55
3697 Bibl. Mont
(2

THEORETISCH - PRACTISCHE

WASSERBAUKUNST.

NEUE

UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUSGABE

VON

Carl Friedrich Wiebeking,

Königlich-Baierischen wirklichen geheimen Rath, Chef einer Ministerial-Section, geheimen Finanz-Referendär und General-Director des Wasser- Brücken- und Strassenbaues; Ritter des Civil-Verdienst-Ordens der Baierischen Krone und des Kaiserlich-Russischen St. Annen-Ordens zweyter Klasse; des Kaiserlich-Französischen Instituts der Wissenschaften und Künste Correspondenten, Mitglied der Königlich-Baierischen Akademie der Wissenschaften, der Akademie der Wissenschaften zu Haarlem, der Königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen; der Gesellschaft der Experimental-Philosophie zu Rotterdam, und der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Heidelberg.

ZWEYTER BAND

MIT

SECHS UND VIERZIG KUPFERN.

Auf Kosten des Verfassers.

München,

gedruckt bey Joseph Zängl.

1 8 1 2.

SEINER KAISERLICHEN HOHEIT

DEM

PRINZEN

GEORG VON HOLSTEIN-OLDENBURG,

GENERAL-DIRECTOR

DER

LAND- UND WASSER-COMMUNICATIONEN DES RUSSISCHEN REICHS.

DURCHLAUCHTIGSTER PRINZ,

GNÄDIGER HERR!

EUER KAISERLICHEN HOHEIT haben mir unterm 25. December 1811 die Erlaubniſs ertheilt, IHNEN diesen Band zueignen zu dürfen, von welcher ich gegenwärtig den ehrerbietigsten Gebrauch mache. Wenn SIE, als wahrer Kenner, in diesem Werke, ein emsiges Bestreben finden, die gegenwärtig auf einen hohen Standpunct gestellte Wissenschaft des Wasserbaues zu erweitern und allgemein nützlich zu machen, so werde ich mit meiner Arbeit zufrieden seyn dürfen. Von diesen Gesinnungen durchdrungen verharre ich

EUER KAISERLICHEN HOHEIT

München den 21. may 1812.

ganz gehorsamster Diener und Verehrer

W i e b e k i n g.

Bayerische Staatsbibliothek München

SENDSCHREIBEN

AN DIE

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU St. PETERSBURG.

Die *Wasserbaukunst* mufste in einer Zeit, wo aufgeklärte Regierungen in der Beförderung des öffentlichen Wohls ihren Ruhm zu finden glauben, die Mathematick und Physick, als ihre Grundvesten, einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, wo die Wohlfahrt des Gemeinwesens wesentlich von *ihr* abhängt, zu einer Zeit worin die Regenten und aufgeklärten an der Spitze der Geschäfte stehenden Staatsbeamten diese erhabene Wissenschaft ehren — nothwendig schnelle und grofse Fortschritte machen! Auch die Akademie der Wissenschaften hat, durch *Bernouilli*, *Euler* und andere Gelehrte, Beyträge dazu geliefert, ja! die Beherrscher Rufslands haben *sie* in dem *Prinzen Georg von Oldenburg*, dem Grafen *Romanzoff*, und früher in dem Grafen *Munich* geehrt, folglich ihre Wichtigkeit anerkannt, und schon die ersten Jahrhunderte zeigen, wie die Regentin *Olga* die Innern-Communicationen mit Eifer betrieb. *Peter der Grofse* studirte *sie* an *Hollands* Häfen, Canälen und Schleusen; Er beschäftigte sich persönlich mit der Anlage des Hafens von *Cronstadt*, des *Ladoga-Canals*, wie auch mit der bessern Führung der verschiedenen Aerme der *Newa;* den Land- und Wasser-Communicationen, die von *Seiner Majestät dem Kaiser* wesentlich verbessert worden sind, steht gegenwärtig ein thätiger und aufgeklärter Prinz vor: hinreichende Beweggründe für mich, von diesem Werke zu der *kaiserlichen Akademie*, zu sprechen. Der Plan desselben geht vorzüglich dahin: das *Studium der Wasserbaukunst* für die Ausübung *nützlich* zu machen, die Theorie durch Beobachtungen und Erfahrungen, so wie durch die Kenntnifs von den Wirkungen der Naturkräfte und der öconomischen Effecte der Maschinen, zu begründen; zu zeigen, in wie weit wir es wagen dürfen, uns auf die vorhandenen Theorien zu verlassen; ferner in der Beschreibung der wichtigsten *ihr* angehörigen Unternehmungen, eine Sammlung von Erfahrungen aller Völker und Jahrhunderte niederzulegen. Eine Absicht,

die sich nur durch kostbare Reisen, und durch Hülfe meiner, in einem grofsen Wirkungskreise gemachten Erfahrungen, so wie durch viele einen bedeutenden Aufwand verursachten Kupfer erreichen liefs. Die *Akademie* wird auch in diesem Werke, mehrere in *Baiern* von mir ausgeführte grofse Bauanlagen finden, welche *Seine Majestät der König, mein gnädigster Herr* seit einigen Jahren genehmigte, die vielleicht für den Hafen- Brücken- und Wehrbau aller Länder nützlich seyn werden, und an deren Entstehung der *Staatsminister Graf v. Montgelas*, als ein Freund u. Kenner der Wissenschaften, den wichtigsten Antheil hat. *Darin* habe ich eine neue Eintheilung der Wissenschaft, die man *Wasserbaukunst* nennt, aufgestellt, zu welcher ich auch den Bau der Kunststrafsen classificirte, weil derselbe von dem Wasserbaukundigen, seines Wirkungskreises als Geschäftsmann wegen, gekannt seyn mufs, und weil dabey sehr vieles vom Deich- oder Dammbau, von der Errichtung der Stützmauern, und von einigen der übrigen Abtheilungen der Wasserbaukunde vorkömmt; endlich hatte ich mir vorgesetzt, den bey den Land- und Wasser-Communicationen angestellten Ingenieurs aller Länder ein Buch zu liefern, woraus sie für die Ausübung nützliche Erfahrungen schöpfen können.

In dem ersten Bande gehe ich von den Vorstellungen der Reibung des Wassers an den Wänden der Röhren, der Ufer, dem Bette der Flüsse und Canäle, ganz ab, weil das Wasser, wenn es nicht Steine, Sand, Erde u. d. gl. fortrollt, gar keine Reibung ausübt, die blos von der absoluten Unebenheit der sich berührenden Körper erfolgt, sondern nur einer Adhäsion, die ich die *Anhaltende-Kraft*, nenne, fähig ist und diese Adhäsion entsteht aus der Cohäsionskraft des Wassers. Hätte man diesem Elemente nicht eine wirkliche Reibung zugeschrieben, so würde unsere Hydraulik längstens eine andere und für die Ausübung nützlichere Form erhalten haben. Die Akademie wird dann bemerken, auf welche Weise ich die Erscheinungen unserer fliefsenden Gewässer zergliedere, die Natur der Flüsse darstelle, eine neue Analyse der Ebbe und Fluthströme in begrenzten Bahnen, entwickle, die unüberwindlichen Schwierigkeiten zeige, welche bey der Begründung einer genugthuenden Theorie, über die Geschwindigkeit der fliefsenden Gewässer obwalten, und wie ich dieses alles mit Beobachtungen und hydrometrischen Messungen belege!

In dem ersten Bande handle ich nämlich von dem *Flufs-*, *Deich-* und *Seeuferbau;* und vom *Hafenbau* nur zum Theil. Darin habe ich zum Gegenstand meiner Untersuchungen vorzüglich die holländischen Flüsse; ferner die Donau, den Inn, die Isar und den Rhein, so wie die niederländischen Seeufer und Deiche, und die Häfen von Cherbourg, Cronstadt, Amsterdam, Nieuwendiep und Toulon gewählt. Doch ich will über den Inhalt des ersten Bandes nichts mehr vortragen, da die Akademie bereits in seinem Besitze seyn wird.

In diesem zweyten Bande, der zwoten Auflage dieses Werkes, die von *Seiner Majestät dem Kaiser*, durch die Abnahme einer Anzahl Exemplare, unterstützt worden ist, handle ich die *Hafenbaukunde*; die *Austrocknungs-*, *Entwässerungs-* und *Bewässerungskunde;* die *Maschinenkunde*, in so fern sie von den übrigen Abtheilungen der

Wasserbaukunst in Anspruch genommen wird, so wie die *Wehr-* und *Schleusenbaukunde* ab. Anfänglich hoffte ich, darin auch die *Canalbaukunde* und die *Schiffbarmachung der Flüsse* aufzunehmen, aber die Bearbeitung der Materien, zeigte später die Unausführbarkeit dieser Absicht und ich behalte diese achte Abtheilung der Wasserbaukunde, so wie die Lehre von der Vertheidigung der Festungen und ganzer Landesbezirke, vermittelst künstlicher Inondationen, die Brückenbaukunde und den Strafsenbau, dem dritten Bande bevor; Gegenstände, die nicht blos für die beym Wasser-, Brücken- und Strafsenbau Angestellten, sondern auch für die Militär-Ingenieure, die in diesem Werke die berühmtesten europäischen Festungen und Häfen, in genauen Planen, finden, und für alle, die sich der angewandten Mathematik widmen, wichtig sind.

So hat die Brückenbaukunde vielleicht in keiner Epoche geblüht, als gegenwärtig: denn alle Materialien, als Steine, Eisen und Holz, werden von der Wissenschaft auf eine Art verwendet, wodurch Brücken von den gröfsten Bögen entstanden sind, die zugleich der Schifffahrt die möglichste Bequemlichkeit, den Eisgängen und Hochgewässern einen freyen Durchgang darbieten, und welche die gröfste Oekonomie mit Eleganz vereinigen *). *Se. Maj. der Kaiser und König Napoleon* fährt fort, die gröfsten und schönsten Monumente der Art zu errichten! Ja den franz. Ingenieurs gebührt der Ruhm, vorzüglich einem *Perronet,* die steinernen Brücken vervollkommnet zu haben; die englischen haben die gröfsten eisernen Brücken ausgeführt, und von dem, was die Deutschen im Brückenbau leisteten, und in ihren Schriften vorschlugen, sey mir erlaubt, hier zu schweigen. In dem dritten Bande dieses Werkes werde ich (in der Brückenbaukunde) die berühmtesten Brücken beschreiben, und die Lehre von den Gewölben abhandeln. Indessen scheinen die neuesten Constructionen der vorgeschlagenen eisernen und der ausgeführten hölzernen Bogenbrücken, vorzüglich für Rufsland von dem höchsten Interesse zu seyn, weil dieses Reich beyde Materialien im Ueberflusse besitzt, und letztere über die Eisführenden-Flüsse *Baierns* dauerhaft errichtet worden sind. Daher mag auch der wifsbegierige und patriotische Graf von *Potocky,* vor zwey Jahren, Baierns Bau-Unternehmungen dieser Art besucht, und sich nicht allein damit, sondern auch mit den vorzüglichsten Flufsbauten dieses Königreichs bekannt gemacht haben! Die Construction dieser letztern aus Faschinenbau bestehenden Werke, womit zwölf Hauptcorrectionen der *Donau,* des *Inns,* der *Isar* und des *Lechs,* seit 1806, bewerkstelliget sind, scheint für *Rufsland* nicht minder wichtig als der *Baierische Brücken- und Wehrbau.* Verbindet man mit dem Faschinenbau, wie ich bey der Anlage des Hafens von *Lindau* **) gethan habe, die Pfahlroste und setzt man auf diese offene Gewölbe oder

*) Was die hölzernen und eisernen Bogenbrücken betrifft, so habe ich darüber in den Beyträgen zur Wasser-, Brücken- und Strafsenbaukunde, in der 2. u. 5. Lieferung, das Neueste geliefert, und einige von mir ausgeführten Brücken beschrieben, worunter die Bamberger-Brücke einen Bogen von 215 Schuh hat. Von der ersten Schrift hat mein ältester Sohn eine Uebersetzung in französischer Sprache geliefert.

**) Description du port près de Lindau par l'auteur 1812 avec cinq planches.

durchbrochene Mauern: so vereinigen die Hafen- und Meerdämme die möglichste Oeconomie mit der gröſsten Stärke und Dauer, und man wird, auf diese Art, an der Ostsee und dem schwarzen Meere, die bequemsten Häfen anlegen; mit dem mit groſsen Steinen zu bedeckenden Faschinenbau wird man die den *Dünafluſs* jetzt nicht hinreichend begrenzenden Dämme verbessern; andere, zur Begründung einer regulairen Fluſsbahn oberhalb und unterhalb Riga aufführen, ja selbst in die Ostsee hinein setzen; vielleicht auch das Fahrwasser vor der Newa vertiefen, und wo möglich Petersburg vor den öftern Hochgewässern schützen können: wenn nämlich diese Baumethoden nach den Grundsätzen des Fluſsbaues, der Hafen- und Deichbaukunde, in Ausübung kommen. Die auf den Flüssen Ruſslands liegenden Mühlwehre werden der Schifffahrt kein Hinderniſs mehr seyn, wenn man sie nach den Constructionen derer in diesem Bande beschriebenen Wehre zu *Landshut* und *Alten-Oetting* anlegt!

Von der geachteten und vielvermögenden Beurtheilung der *Akademie* wird es demnach abhangen: ob dieses Werk in Ruſsland eine günstige Aufnahme finden und Nutzen verbreiten soll. Ich erlaube mir hier eine Uebersicht des Inhaltes von diesem zweyten Bande vorzulegen, indem ich mit der vollkommensten Hochachtung verharre

Wiebeking.

Inhalts - Verzeichnifs

des

zweyten Bandes der Theoretisch - Praktischen - Wasserbaukunst.

HAFENBAUKUNDE, vierte Abtheilung der Wasserbaukunde S. 1—234

Zweyter Abschnitt Fortsetzung der angewandten Hafenbaukunde S. 1—234

Erstes Kapitel: Fortsetzung der raisonirenden mit Verbesserungs-Vorschlägen begleiteten Beschreibung von den merkwürdigsten europäischen Häfen 1—108 §. 53—54. Einleitung zu dieser Fortsetzung. §. 55—66. Beschreibung des Hafens von Havre, der Seine-Mündung so wie der Küste der Normandie. §. 67. Von Honfleur §. 68. Von Fécamp. §. 69—71. Von Dieppe. §. 72. Von St. Valery en caux. §. 73. Von Tréport. §. 74. Von Boulogne sur mer. §. 73. Calais. §. 76. Gravelines. §. 77—80. Von Dünkirchen, seinen Bassins, Hafenstrassen und Schleusen. §. 81. Von Nieupoort und Angabe derer auf den innern Kanälen liegenden Schleusen. §. 81—86. Beschreibung des Hafens und der Rhede von Ostende. §. 87. Von Vlissingen. §. 88. Antwerpen. §. 89. Von Middelburg. §. 90. Von Helvoet uud der Rhede. §. 91. Von Brielle. §. 92. Rotterdam. §. 93. Gouda an der Yssel. §. 94. Dordrecht. §. 95. Von den Häfen zu Medenblick und Enkhuysen an der Südersee. §. 96. zu Hoorn. §. 97. Von den Häfen von Haarlingen, Workum, Hindeloopen und und Stavern an der Südersee in Friesland. §. 98. Beschreibung des Hafens von Coppenhagen. §. 99. Von Ramsgate in England. §. 100. Von Portsmouth. §. 101. Plymouth. §. 102. Chatam. §. 103. Von den Häfen Wollwich, Schernes und Deptford. §. 104. Von dem Entwurfe eines Kauffahrthey-Hafens bey Caen in Frankreich am Orne - Flufs §. 105. Vorschläge um bey la Hougue einen Hafen zu etabliren. §. 106. Beschreibung des Hafens von Granville und der Entwurf zu dessen Verbesserung. §. 170. Von St. Malo. §. 108. Ueber das Project in der Bucht von Morlaix einen Hafen anzulegen. §. 109. Beschreibung des Hafens von Brest. §. 110. Der Häfen l'Orient und St. Louis. §. 111. von Nantes. §. 112. Les sables d'olonnes. §. 113. La Rochelle. §. 114. Rochefort. §. 115. Bordeaux. 116. Von Bayonne und der Hafenstrasse im Adour-Flusse. §. 117—118 von der Rhede und dem Hafen von Gibraltar. §. 119. Des Hafens von Vendres. §. 120. Von Collioure. §. 121. Den Häfen von Agde und Cette. §. 122. Ueber die Rhede von Brescou. §. 123. Die Häfen von Marseille. §. 124. Von Bouc. §. 124. La Ciotat. §. 126. Tropés. §. 127. Nizza. §. 129. Villa-Franca. §. 130. Genuas Hafen und Rhede. §. 131. Der Hafen von Terracina. §. 132. Die Rhede und der Hafen von Neapel. §. 133. Der Hafen von Salerno. §. 134. Von Messina. §. 135. Von Brindisi. §. 136. Civita-Vecchia. §. 137. Ancona. §. 138—140. Beschreibung derer von dem Adriatischen Meer in die Venetianischen Lagunen und nach Venedig führenden Wasserstrassen oder Häfen, mit Verbesserungs-Vorschlägen begleitet, so wie von den Hafenbezirks oder Bassins in Venedig selbst. §. 141—142. Der Vorschlag zur Anlage eines Hafens vor Triest. §. 143. Hafenstrasse von Fiume. §. 144. Bescheibung des nach dem Entwurfe des V. von dem Oberingenieur Carl Wiebeking i. J. 1812 ausgeführten Hafens von Lindau, und Vorschriften zu solchen Häfen die weit vom Ufer (der Seichten wegen) angelegt werden müssen und wo keine Ebbe und Fluth statt findet.

Zweytes Kapitel: der Praktischen- oder Angewandten Hafenbaukunde oder raisonnirende Beschreibung *a*) der vorzüglichsten Hafen- und Meer-Dämme, *b*) der Kaymauren, und *c*) der Holzwände längs Häfen und schiffbahren Flüssen S. 109—142. §. 145. Ueber die Constructionen und Profile der Meerdämme. §. 146. Beschreibung der Hafendämme zu Cherbourg. §. 148. Der alten, eine Hafenstrasse in der Mündung des Adour-Flusses bildenden Dämme. §. 149. Die die Hafenstrasse und das Bassin Floride zu Havre formirenden Dämme. §. 150. Construction des Meer- oder Hafendammes von Nizza. §. 151—152. Anmerkung über die in Kasten oder in alten Schiffen gebauten Dämme. §. 153. Construction der Hafendämme vor Toulon. §. 154. Bey la Rochelle. §. 155. Von Cette. §, 156. Das Steinrevettement d. i. der Steinwurf vor Cadix. §. 157. Ueber die Hafendämme von Holzwerk. §. 158. Von

den aus Faschinenbau und Steinschüttung construirten Hafendämmen. §. 159. Ueber die aus einem mit Steinen gefüllten Holzbau. §. 160. Beschreibung derer die Hafenstrassen von Tréport, Fécamp und St. Valery in der Normandie formirenden Dämme. §. 161. Von den Hafendämmen bey Haarlingen und Stavern in Friesland an der Südersee. §. 162. Die Vereinigung des Holzbaues mit dem Steinbau, wobey der Hafendamm von Tyrus, den Alexander anlegen liefs, als Beyspiel angeführt wird. §. 163. Ueber die massiven von eingeschütteten Mörtel und Steinen gebildeten Hafendämme. §. 164. Von denen in Kästen, die mit Steinen gefüllt werden, gemachten, die Hafenstrassen von Colberg und Rügenwalde in Pommern bildenden Dämmen. §. 165—166. Von der Methode auf schwimmendes Rostwerk einen massiven Hafendamm aufzumauern, deren man sich beym Hafen von Ostia und bey der Gründung einer Moschee in Constantinopel bediente. §. 166. Die Methode der Alten, wornach sie eine Mauer in die See aufführten, die Vitruv beschrieben hat. §. 167. Beschreibung des Hafendammes zu Dieppe. §. 168—169. Der Hafendämme von Holzwerk mit Steinen gefüllt, wie sie zu Calais und Dünkirchen ehemals statt fanden. §. 170—171. Ueber die von Faschinenbau gemachten Hafendämme, die von keiner Dauer sind, wenn man sie nicht mit Steinen bedeckt. §. 172. Von den aus durchsichtigem Holzbau bestehenden Hafendämmen, welche die anbrandenden Wellen zerreissen. §. 173. Ueber das Mangelhafte der an den Fahrstrassen von den Häfen Elbing und Pillau, in Ostpreussen, angelegten Hafendämmen, und über die Wahl der bessern Bau-Constructionen solcher Dämme. §. 174. Von den zur Abschliefsung der Rhede vor Cherbourg gebrauchten Kegel, und über den Steinwurf daselbst. §. 175. Von den Constructionen der Kaymauren und ihrem Besteck. §. 176. Von den daran anzusetzenden Strebepfeilern. §. 177. Beschreibung der neuesten Kaymauren zu Dünkirchen. §. 178. Zu Caen. §. 179—180. Merkwürdige Constructionen der Kaymauren Pelletier und l'Horloge zu Paris. §. 181. Von einem Kay mit einem Aquaeduct. §. 182. Beschreibung des Kays längs dem Hafen von Toulon. §. 183. Von den Kays auf Felsen. §. 184. Von den hölzernen Vorsetzen oder Holzwänden, längs Häfen und Bassins. §. 185. Die Vorsetzwände am Hafen von Havre. §. 186. Ueber die von Balken zu machenden Kays.

Drittes Kapital; Von den Schiffsdocken 143—170; die von den Franzosen Formes und von den Engländern Docks genannt werden.

§. 187—190. Die Erklärungen der Stapel und Schiffsdocken. §. 191. Von den wesentlichen Eigenschaften guter Schiffsdocken. §. 192. Von dem Fundament der Docken. §. 193. Von ihrer Distribution und Lage. §. 194. Beschreibung der drey zu Brest erbaueten Schiffsdocken. §. 195—199. Die Schiffsdocken zu Toulon. §. 200. ihr gegenwärtiger Zustand. §. 201. Beschreibung der Doppel-Docke zu Rochefort. §. 201. Construction des Schiffs-Stapels oder Werftes auf der Insel de la mature bey Toulon. 203. Nachricht von der zu Portsmouth in einem Schiffsrumpf angelegten Docke.

Viertes Kapitel: Von den Leuchtfeuern und Leuchtthürmen S. 171—234

§. 205—207. Erklärungen und Grundsätze und die Bezeichnung der Seehäfen und Caps, wo gegenwärtig die vorzüglichsten Leuchtfeuer und Leuchthürme sich befinden. §. 208—212. Beschreibung der zu Alexandrien und Brindisi gestandenen Leuchtthürme, der bey Ostende und vor der Garonne auf der Insel Corduan so wie der ohnweit Havre auf dem Cap de la Heve stehenden Leuchtthürme; des bey Memel 1796 erbaueten Leuchthurmes. In der Beschreibung des auf dem Edystone-Felsen ohnweit Plymouth in dem Canal erbaueten Leuchtthurmes, wird die Lage und Beschaffenheit dieses Felsens gezeigt; dann wird der von Winstanley darauf 1796, so wie der nach Zerstörung dieses von den Wellen, zweyten von Rudyard erbauten, beschrieben, welcher abbrannte. §. 213—219. Detaillirte Beschreibung der auf Tab. 52—53 und 54 dargestellten auf dem Edystone von Smeaton erbauten Leuchtthurms. §. 220. Ereignisse welche sich seit der Vollendung des Leuchtthurmes auf Edystone, mit demselben zutrugen. §. 221—224. Beschreibung des Leuchtthurmes auf dem Spurn-Point, an der Mündung des Humber-Flusses in England, und des dortigen beweglichen Leuchtsingnals. §. 225—227. Die von dem Dänischen Ingenieur Löwenörn zur Einrichtung der Leuchtfeuer aufgestellten Maximen, und wie weit man die Leuchtfeuer vom Meere aus, wahrnehmen könne; von ihrer Höhe über das Meer, von dem besten Brenn-Materiale, von den Dänischen Leuchtfeuern und Beschreibung des Thurmes auf den Inseln Bornholm und auf Christiansoe. §. 228. Von denen in den Fahrwassern der Seemündungen, in Binnen-Meeren oder in den Mündungen der Flüsse anzulegenden festen und schwimmenden Zeichen, welche die Fahrstrassen kenntlich machen.

Fünfte Abtheilung, der Wissenschaft des Wasserbaues, das ist die Entwässerungs- Austrocknungs- Auswässerungs- und Bewässerungs-Kunde S. 235—352

Erster Abschnitt, oder der theoretische Theil; Erklärungen und Maximen 235—266

§. 1—2. Was ich unter Entwässerung und Austrocknung verstehe. §. 3. Von beyden ihrer Wichtigkeit, von dem was Friedrich der Grofse, was die Holländer darin leisteten und von der Nachläfsigkeit und Verachtung womit diese für das Gemeinewohl nöthigen Gegenstände fast überall behandelt

werden. §. 4—5. Erklärung der Auswässerung und Bewässerung. §. 4—35. Von den Maximen zur Entwässerung und Austrocknung, wie diese nach den verschiedenen Fällen eine Anwendung finden und welche örtlichen Untersuchungen deswegen angestellt werden müssen; wie der Abzugscanal zu leiten, der Recipient zu verbessern und die Gräben einzurichten seyen; wie überhaupt die Austrocknungen und Bewässerungen bewerkstelligt werden müssen; wo Auswässernde-Schleusen und Dämme anzulegen sind. §. 36—38. Von der Trockenlegung eines Sumpfbezirkes, vermittelst Anschlämmungen, wobey die aus Gletschern kommenden Gebirgswässer niemals benutzt werden dürfen, weil ihr Wasser alle Gräsereyen verdirbt. §. 39. Von den Maximen bey den durch Schöpfmaschinen zu bewirkenden Austrocknungen und Entwässerungen. Welche Maschinen dazu gebraucht werden; von ihrem ökonomischen Effecte. §. 40. Benennungen die bey den Austrocknungen in Holland vorkommen, und die zur Verständlichkeit dessen, was ich über den Innern-Wasserstaat von Holland sage, zu wissen nothwendig sind. §. 41—43. Erklärung was ich unter dem Innern-Wasserstaat eines Landes verstehe. §. 42. Was in Holland unter dem Alten-Lande, einer Hoogheemradschap oder einer Waterschap verstanden wird. §. 44. Von der Ableitung der grofsen in einem eingedeichten Bezirk eingetretenen Wassermassen, und wie sie zu bewerkstelligen ist. §. 45. Grundsätze und practische Maafsregeln; zur Bewässerung, wie sie durch natürliches Gefäll der Bewässerungs-Gräben und durch Schöpfmaschinen zu bewirken sey.

Zweyter Abschnitt, oder der practische Theil dieser Abtheilung S. 266—352

§. 48—64. Von den holländischen Austorfungen und ihrer Trockenlegung, das ist von den durch Schöpfmaschinen in Holland bewerkstelligten Austrocknungen grofser Wasserbezirke, aus denen Torf gegraben wurde und von dem Effecte dieser Maschinen, im Allgemeinen; wie die Entwässerungs-Gräben zugleich zu Schiffahrts-Canälen dienen, wie die Dämme gezogen und wo die Schleusen und Schöpfmaschinen situirt werden müssen.

Zweytes Kapitel: S. 275—331. Von den Austrocknungs- Entwässerungs- und Auswässerungs-Anstalten und der künstlich geleiteten Wässer in Holland, Utrecht, Geldern und Friesland; von den Auswässerungs- und Entwässerungs-Canälen, Schleusen und Maschinen, die zu diesem Behuf angelegt sind. §. 65—87. Der Innere-Wasserstaat von Nordholland. §. 87—98. Von Rheinland (holländisch Rhynland) wobey das Haarlemmer-Meer und der Y-Strom eine wichtige Rolle spielen; von dessen Verbesserung durch die neue Schleuse bey Katwyk. §. 99—100. Darstellung des Wasserstaats von Delfland und von den Auswässernden-Schleusen und Canälen. §. 101. Der Innere-Wasserstaat von Schieland und seine Auswässernden-Schleusen. §. 102. Wasserstaat von Amstelland. §. 103. Von dem Lande von Utrecht. §. 104. Die Circulation des Wassers in der Waterschap Woerden. §. 105. Die Auswässerung des Loopiker-Waards. §. 106. Des Krimpener-Waards. §. 107. Des Alblasser-Waards. §. 108. Des Tieler-Waards. §. 109. Des Bommeler-Waards. §. 110. Der Ober- und Nieder-Betouwe. §. 111. Der Fünfherrn. Lande. §. 112—114. Des Landes von Altena und Heusden; von der Entwässerung dieser Bezirke, wenn die Maasdeiche durchbrochen sind und eine Ueberschwemmung eingetreten ist, und von den Schleusen am Biesboch und der Maas. §. 115. Ueber die Trennung der Insel Flacqué vom vom festen Lande. §. 116—119. Von dem Innern-Wasserstaat von Friesland und Gröningen. §. 120. Beschlufs dieser Materie: mit der Bemerkung, dafs der Wasserbau der Küstenlande vom Dollard bis Antwerpen, geringe gerechnet, drey tausend Millionen Gulden gekostet habe.

Drittes Kapitel S. 331—352

§. 122. Der von dem V. über eine ohnweit Darmstadt zur bewerkstelligenden Austrocknung eines mehrere Stunden langen Sumpfbezirkes gemachte Entwurf. §. 123—144. Ueber die im Pinzgau im ehemaligen Salzburgischen zu machende Austrocknung und zwar in Beziehung auf die in dieses Thal sich ergiefsenden Gebirgswässer; ein vom Verf. der baierischen Regierung vorgelegter Entwurf.

Sechste Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues S. 353—494

Theoretisch-Praktische Maschinenkunde, in sofern dieselbe von der Austrocknungs- Entwässerungs- und Bewässerungs-Kunde, so wie von dem Hafen- Wehr- Schleusen- Brücken- und Canal-Bau und endlich von der Schiffbarmachung der Flüsse in Anspruch genommen wird.

§. 1. Ueber die Theorie und Ausübung.

Erstes Kapitel S. 355—408. Von der Construction und Wirkung der zur Hebung des Wassers, vorzüglich zur Trockenlegung der Baustellen oder Baugruben, zur Austrocknung, Entwässerung- und Bewässerung grofser Landesbezirke dienenden Maschinen.

§. 2—3 Von den einfachen Ableitungs- und Schöpf-Methoden. §. 4. Von den Wurf- und Gufsrinnen. §. 5. Der Wurfschaufel und Schwungschaufel. §. 6. Von dem Hebe- und Wipptröge. §. 7. Von dem Schauckelgerinne oder der Wasserwippe. §. 8. Von den Balancier-Rinnen. §. 9. Der Eimerkunst §. 10—16. Von dem Schaufelwerke, von dessen öconomischen Effect und seinen Verbesserungen. §. 17. Ueber Saugepumpen. §. 18. Von den Paternoster-Werken u. ihren Effecten. §. 22. Von dem Rade mit Ausgiefsenden Eimern; von dem Chinesischen Schöpfrade. §. 23.

DemTyroler, u. §. 24. Von dem BayerischenSchöpfrade. §. 25—27. Von den Schöpfrädern derer sich Perronet bediente; ihrer Construction und ihrem Effect. §. 28. Von dem Zellen- oder Trommel-Rade. §. 31—35. Von der Wasserschnecke, von ihrer Constuction und von ihrem Effecte. §. 36—37. Von den Tonnenschnecken und ihrer Wirkung, wenn sie vom Winde in Bewegung gesetzt werden. §. 38—39. Ueber den ökonomischen Effect meiner Modelle der archimedischen Schraube und ihrer Construction in einem offenen Kumme, wie sie in Holland gebraucht wird. §. 46. Von den Tonnenschnecken mit Schwungkolben. §. 41—52. Von dem durch Windflügel (in Holland) in Bewegung gesetzten Wurfrade; von der Stellung der Windflügel bey allen Windmaschinen; der Sicherung der Flügel gegen ihr Zerbrechen, und von den Maaſsen der einzelnen Theile mehrerer in Holland stehender Maschinen; endlich von dem öconomischen Effecte, deren in Holland vom Winde getriebenen Schöpf-Maschinen. §. 53—54. Von den kleinen durch den Wind in Bewegung gesetzten Wurfradmühlen. §. 55. Uebersicht der öconomischen Effecte von zehn verschiedenen Schöpfmaschinen. §. 56—60. Erwähnung der Dampfmaschinen und des Belier-Hydraulique oder Stoſshebers.

Zweytes Kapitel. S. 409—456. Von der Construction der Ramm-Maschinen, ihrer Wirkung und ihrer Anwendung beym Einschlagen der Pfähle. §. 61—66. Erklärungen und Construction verschiedener Rammaschinen und einer neuen, die der V. mit dem gröſsten Vortheil gebrauchte. §. 67. Von den Rammthauen. §. 68. Von den Rammscheiben und der Nothwendigkeit, dieselben in siedendes Oehl zu legen. §. 69—70. Von der Stellung der Arbeiter bey den Zugrammen; von dem Einfluſs der Schwingung der Holzfiebern eines Rammpfahles auf sein Eindringen in den Grund, und dem Vorzuge der Zugrammen vor den Kunstrammen. §. 71. Von der Anzahl der Arbeiter zu den Zugrammen, in Beziehung auf die Schwere des Rammklotzes. §. 72. Von der Aufrichtung der Ramm-Maschinen. §. 73—79. Von den Kunstrammen. §. 80. Von der Stellung der Ramm-Maschinen auf Bockschiffen und Prahmen. §. 81. Von dem was beym Gebrauch dieser Maschinen weiter zu beobachten ist; von der Wahl der Rammpfähle, ihrer Beschreibung und den Vortheilen bey ihrer Einrammung. §. 82. Von der Länge der Rammpfähle und der Propfung zweyer Pfähle auf einander. §. 83—94. Von der Theorie und den Erfahrungen: über das Eindringen der Rammpfähle, der Schwere des Rammklotzes und den Wirkungen die dieser ausübt, so wie auch von dem Tragvermögen der Grundpfähle; und Beobachtungen über das Eindringen mehrerer groſser Rammpfäle bey Brücken und dem Hafendamm vor Lindau; wobey hier bemerket wird: daſs der zum Einrammen der Pfähle an der Rosenheimer Bogenbrücke gebrauchte Rammklotz 1470 Pfund wog, welches auf der 447 Seite nicht angegeben ist.

Drittes Kapitel. S. 457—494. Von den vorzüglichsten Utensilien und Maschinen, und ihrer Anwendung: welche gebraucht werden 1) kleine und groſse Lasten zu heben und zu transportiren 2) Pfähle auszuziehen, unter Wasser abzusägen, oder das Fluſsbett von denselben zu reinigen, 3) um allerley in Flüssen, Häfen und Canälen liegendes Material zu gewältigen, aus dem Wasser aufzufördern, und um den Grund zu ebnen; darin ist auch das Absprengungs-Manöver der in Flüssen eingerammten Pfählen gezeigt, welches auch bey militärischen Operationen (bey Zerstörung der Brücken) sehr wichtig ist, daher jedem gebildeten Offizier bekannt seyn sollte.

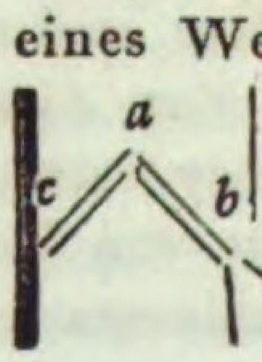
Siebente Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues: Wehr- und Schleusen-Baukunde . . S. 495 bis am Ende des Bandes

§. *Einleitung.* Erstes Kapitel. S. 496—539. Von den zu Bauwerken aller Art nothwendigen Baumaterialien u. s. w. §. 1—20. Vom Bauholze; von dessen Benennung, Kennzeichen, Schwere, Naturbeschaffenheit; von dessen Wuchs, Tragkraft, Elasticität und Dauer, dessen Auswahl und Gebrauch, dessen Bearbeitung und Conservation. §. 21—57. Von den natürlichen Bausteinen; dem Steinsprengen; dem Bearbeiten der Steine; von den Sonden; von den künstlichen Bausteinen und von den Verbindungs-Mitteln der Bausteine unter einander, folglich auch vom Kalk, Cement, Mörtel und von der Steinkitte; so wie endlich von den Metallen und Nägeln.

Zweytes Kapitel. S. 540—563. Von dem Baugrunde und der Sicherstellung der Baugruben gegen das Eindringen des Wassers und das Ableiten des Erdreichs, und von den Fangedämmen oder von den Interims-Abdammungen.

Drittes Kapitel. S. 564—598. Von den Haupt-Rücksichten, welche bey Anlegung der Fundamente oder Fundirungen der Wasserbauwerke, insbesondere aber der Wehre und Schleusen, eintreten, und von der Aufführung der Mauern.

Viertes Kapitel. S. 599—648. Von der Anlage und dem Bau der Wehre. §. 114. Benennung der verschiedenen Wehre. 115. Ueber die Richtung eines Wehres welche dasselbe mit der Richtung



des Stromstriches bilden muſs. Wobey ich hinzuzusetzen vergessen habe: daſs man die Spitze *a* eines Winkelwehres *b a c* vor der Mün-

dung des Mühlcanals *b* so weit als möglich Flufsaufwärts setzen müsse, um den Strom desto höher zu erheben.
§. 116. Von der Form des Querdurchschnittes eines Ueberfallwehres. §. 117. Alle Ueberfallwehre müssen der hohen Strommasse entsprechende Durchlässe erhalten, um die Ueberschwemmungen abzuwenden. §. 118—125. Ueber die Construction der Wehre. §. 126. Durchlafswehr des Orbflusses in Languedoc. §. 127. Des Ognonbaches daselbst. §. 128. Bey Castagnaro am Etschflusse im Polesine. §. 129. Vorschlag des V. zu den Wehren welche zum Behuf der Schiffbahrmachung des March-Flusses in Mähren anzulegen sind. §. 130. Durchlässe zu Gorckum, Herzogenbusch, Ollmütz, Colberg und Theresienstadt. §. 131. Grundablafs von Patiasse in Languedoc. §. 134. Von den Teichdämmen. §. 135. Beschreibung des Wehrdammes von Ferriol. §. 136. Von Lampy. §. 137. Von den zur Schiffbahrmachung der Flüsse anzulegenden Wehren auf Felsen. §. 141—159. Beschreibung des vom V. in Bayern bey Landshut angelegten Durchlafswehres und von dessen Bau, und den dabey gemachten Erfahrungen. §. 160. Des vom V. bey Alt-Oettingen angelegten Durchlafswehres. §. 161. Von den bey Nürnberg und Kaufbeuren vom Verf. angelegten Durchlässen, und der Nothwendigkeit ähnliche Durchlässe anzulegen. §. 163. Des V. Verbesserungs-Vorschläge der bey Frankfurt am Mayn liegenden Schöpfwehre: sowohl in Hinsicht der Schiffahrt als der Mühlen und der Abwendung der Ueberschwemmungen.

Fünftes Kapitel. S. 648. Von der Anlage der Schleusen aller Art. §. 165—176. Erklärungen. §. 177. Von den bey der Anlage der Schleusen zu befolgenden Grundsätzen und Maximen, nämlich: Von der Lage der Schleusen; ihrer Weite; ihrer Länge und von den dabey anzubringenden Dammfalzen. §. 178—179. Von der Form der Schleusenkammer. §, 180. Von der Höhe der Seitenmauern. §. 181—189. Ueber die Dicke der gemauerten Schleusenwände, der Unvollkommenheit der Theorien, und eine allgemeine Vorschrift hierüber. §. 190—192. Von dem Grundbau der Schleusen und der Schleusensohle. §. 193. Erklärung des Baues einer massiven Schleuse, wobey die im Seehafen Nieuwendiep angelegte Schleuse als Muster aufgeführt wird. §. 194. Ueber die Construction der hölzernen Schleusen. 195—200. Von der Anwendnng der Schleusenthore uud ihrer Bauart. §. 202. Von dem Schleusendrempel.

Sechstes Kapitel. S. 699—728. Beschreibung der merkwürdigsten Schleusen. §. 203—204. Der Schleusen zu Havre. §. 205. Merkwürdige Ausbesserung der vor Vauban zu Havre erbauten Schleuse. §. 206. Beschreibung der grofsen Auswässerungs-Schleuse zu Klein-Schaardam in Nordholland. §. 207. Der grofsen, zwischen Amsterdam und Haarlem bey Halfwege (Tab. 41.) liegenden Auswässerungs-Schleuse von Rheinland. 208—212. Der Spühlschleusen zu Fécamp, zu Gouda, Schiedam ohnweit Fmden, zu Dieppe und Treport. §. 213. Von der auf den Canälen du Centre und Bourgogne gelegenen Schleusen. §. 214—217. Von den merkwürdigsten, in den Kupfern dieses Werkes dargestellten englischen Canalschleusen: nämlich von denen auf dem grofsen Vereinigungs-Canal, auf dem Canal des Herzogs von Bridgewater und auf dem zwischen Oxford und Coventry liegenden Schleusen. §. 218. Beschreibung der Berger-Schleuse zu Dünkirchen, der grofsen Bassin-Schleuse daselbst; der von Vauban und andern zu Gravelines erbauten Schleusen; der auf dem Canal der Puardie gelegenen Schleusen; der von Vauban auf dem Canal von Mardyk erbauten Schleuse; der Schleusen zu Calais, Cherbourg, Bussingen; der Runden ohnweit Agde, auf dem Mittäglichen Canal liegenden Schleuse, §. 230. Der Schleusen des Holsteinshen-Canals. §. 231. Der von dem Verf. zur Schiffbahrmachung der March in Mähren vorgeschlagenen Schleusen. §. 232. Der ohnweit Bezieres auf dem Mittäglichen-Canal liegenden Schleusenfall von Fonserane. §. 233. Schleuse von Mousoulens. §. 234. Ueberfall-Schleuse bey Gray. §. 235. Von den Venetianischen-Schleusen. §. 236. Schleusen in Muyden in Holland. §. 237. Schacht-Schleuse ohnweit Montcenis, auf dem Canal von Creusot.

Bezeichnung

der acht und vierzig Kupfer-Tafeln zum zweyten Bande der zweyten Auflage der Wasserbaukunst.

Tab. 52. Geometrische Ansisht, Vertical-Schnitte und perspectivische Ansichten der Fundamente von den Leuchtthürmen auf Edystone und beym Spurn-Point.

Tab. 53. Grundrisse des behauenen Felsens Edystone, und Horizontalschnitte des von Smeaton auf denselben erbauten Leuchtthurmes.

Tab. 54. Die Lage der Edystone-Felsen und mehrere Figuren, welche die Ausführung des auf diesen Felsen erbauten Leuchthurmes deutlich machen.

Tab. 59. Die Mündung der Seine, und der Plan von den Häfen zu Havre und Honfleur.

Tab. 61. Darstellung des Kastens, worin die Schiffsdocke zu Toulon gemauert wurde.
(NB. Auf diesem Kupfer ist der Maafs-Stab um die Hälfte zu grofs, und mufs es heifsen 100 pieds statt 50 pieds).

Tab. 62. Genaue Plane der Häfen: von St. Malo, Granville, Nantes, Dieppe, Bordeaux, Brest, les sables d'Olonnes, L'Orient, Gibraltar, Cette, Boulogne, sur mer, Gravelines, Treport Rochefort, Port-Louis, St. Valery en caux, la Rochelle, la Ciotat, Antibes, Bayonne, Marseille, Fécamp und Calais.

Tab. 63. Genaue Plane der Häfen: Hoorn, Dünkirchen, Vendres, Collioure, Porthsmouth, Civita-Vecchia, Nizza, Medenblick, Enkhuisen, Nieupoort, Tropés, Ostende, Vlissingen, Antwerpen, Coppenhagen, Ramsgate, Villa-Franca, Zara, Brielle und Hellvoetsluis.

Tab. 64. Die drey, Schiffsdocken zu Brest.

Tab. 65. *a*) Pläne der Häfen von Colleville, Caen, und la Hougue, *b*) zwey Karten zur Erklärung der Methode, nach welcher in Holland die Austrocknungen mittelst Schöpfmaschinen bewerkstelliget werden, *c*) Grundrisse und Durchschnitte der Schiffsdocke zu Rochefort.

Tab. 66. *a*) Der Leuchtthurm bey Havre und die Kuppel des Leuchthurmes zu Corduan, *b*) die Hafendämme von Bayonne, Dünkirchen, Ostende und von den Häfen der Normandie *c*) die Meerdämme von Toulon, Nizza und Cette.

Tab. 67. *a*) Hafendämme und durchsichtige Holzbau-Wände, *b*) die Kaymauern von Pelletier und und L'horloge zu Paris, so wie die von Dünkirchen.

Tab. 68. Genaue Karten der Häfen: von Neapel, Genua, Ancona, Brindisi, Terracina, Plymouth, Messina, Salerno, Cadix, Venedig und Lindau; ferner steht auf dieser Kupferplatte, rechts, das Profil des Seedammes vom letzten Hafen.

Tab. 69. Die Schleusengrube und Umdammung der Verbindungsschleuse (écluse de communication) zu Havre.

Tab. 70. Sechs Horizontal-Schnitte von dieser merkwürdigen Schleuse.

Tab. 71. Fünf Vertical-Schnitte dieser Schleuse.

Tab. 72. Perspectivische Ansichten und Längendurchschnitte der Seeschleuse bey Klein-Schardam in Nord-Holland.

Tab. 73. Die Schleuse von Slykens bey Ostende.

Tab. 74. Fünf Profile von eben dieser Schleuse, und von der Scleuse zu Fécamp in der Normandie.

Tab. 75. Der Grundrifs ron der in Tab. 72. dargestellten Seeschleuse und die zwischen dem Haarlemer-Meer und dem Y ohnweit und zwischen Amsterdam und Haarlem, bey Halfwege liegenden merkwürdigen Seeschleuse.

Tab. 76. Der berühmte Schleusenfall von Fonseranne am Canal von Languedoc, und einige andere Werke dieses Canales, so wie das im Orb-Flufs liegende Durchlafswehr.

Tab. 77. Schleusen am Canal von Bourgogne und auf dem Canal von Languedoc so wie die bey Agde auf diesem Canal liegende Runde-Schleuse.

Tab. 78. Durchfahrts-schleuse von dem holländischen Hafen Nieuwendiep zu dem Bassin des Neuen-Werkes.

Tab. 79. Spühlschleusen zu Dieppe, Tréport, Gouda und Schiedam.

Tab. 80. *a*) Darstellungen des Bassins Ferriol, woraus das Wasser nach dem Canal von Languedoc geleitet wird; *b*) unterirrdischer Theil dieses Canals bey Malpas. *c*) Heberförmige und andere Ableitungen aus diesem Canale und Aquaeducte unter demselben.

Tab. 81. Die Schleusen auf dem Canale von Charollois (canal du centre) in Frankreich und Schleusen auf den englischen Canälen.

Tab. 82. *a*) Brück-Wasserleitung über den Canal von Languedoc, *b*) Hebmaschine, *c*) Maschine

zur Aufförderung des Schlammes, *d)* die Einrammung einer Spundwand. *e)* Maschinen zur Ebenung des Grundes unter Wasser.

Tab. 83. *a)* Der Interimsdamm vor der grofsen auf Tab. 78. dargestellten Schleuse, *b)* Maschinen zur Hebung bedeutender Lasten; zur Einrammung der Pfähle; zur Hebung und Ausschöpfung des Wassers und *c)* die Darstellung der von Thunberg vor Carlscrona gemachten Abdammung.

Tab. 85. Ramm-Maschine und eine Maschine zum Steinbohren.

Tab. 86. Die Wurf-Radmaschine welche von Windflügeln getrieben wird, die man in Holland zu den Austrocknungen anwendet, und Scheppraad-Moolen nennt.

Tab. 87. Die Wasserschraube; das Schaufelwerk; die archimedische Schneke und das Eimerwerk; Maschinen welche zur Aufhebung des Wassers gebraucht wird.

Tab. 88. Schöpfmaschinen: nämlich die Wippschaufel, das Kastenrad, Paternosterwerk und das Trommelrad.

Tab. 89. Schleusen und Details zum Schleusenbau, so wie einige Hebmaschinen; die Spühl- und Kammerschleuse zu Oldersum, eine hölzerne Kammerschleuse; die Thore der Schleusen de la Barre und de la communication zu Havre, so wie der Schleusen zu Dünkirchen.

Tab. 91. Schöpfmaschinen und dänische Leuchtthürme. Bey der 21. Figur ist zu bemerken: dafs die Länge des Schaufelwerkes, des vorhandenen Raumes wegen, abgekürzt werden mufste: deswegen sind auch die Arbeiter von sehr kleiner Statur.

Tab. 93. Das Bassin von Lampy zur Speisung des Mittäglichen-Canals; das Durchlafswehr des Orbflusses und einige andere Werke dieses Canals.

Tab. 94. Die Schleusen zu Cherbourg, Gravelines, Mardyk, Bergen, zu Dünkirchen, Asfeld, Bussingen, Calais, zu Loreo und Cavanella, Bovo-Baddia und Profile einiger Wehr-Constructionen.

Tab. 95. Die Schleusen am Bassin zu Dünkirchen; in der Hafenstrafse zu Gravelines; auf dem Canal der Picardie, so wie einige Inondations-Schleu- und eine Bagger-Maschine oder Modder-Aufförderungs-Maschine zu Marseille.

Tab. 96. Durchlafswehr und Schleusen an der March, welche nach dem von dem Verfasser zur Schiffbahrmachung der March entworfenen Plane hätten erbaut werden sollen.

Tab. 98. Profile des Canals von Bourgogne und Brückwasserleitungen auf diesen Canal.

Tab. 99. *a)* Die grofse Seeschleuse bey Muyden in Holland, *b)* Schleusen an der hollsteinschen Canal, welcher die Ostsee mit der Nordsee verbindet, *c)* Schleusen auf dem schwedischen Canal Trollhäta; *d)* Aquaeducte auf dem Canal von Languedoc, *e)* Eine von dem Verfasser entworfene Brück-Wasserleitung und *f)* Bagger-Maschinen.

Tab. 100. *a)* Aufzieh- und Wippbrücken, *b)* Steinbohrer, Erdbohrer, und Werkzeuge, *c)* Maschinen zur Aufbringung der Steine in einer bedeutenden Wassertiefe, *d)* Drehbrücke, *e)* die bey Venedig im Gebrauch seyende Bagger-Maschine, *f)* ein Drehfeuer auf Leuchtthürmen, *g)* Vorrichtung zur Abschneidung des Schilfes in Canälen und *h)* die Vorrichtung bey schwimmenden Seezeichen, *i)* Utensilien zum Sprengen der zu bearbeitenden Steinen.

Tab. 191. Der Plan der Isar bey Landshut und Darstellung des von dem Verfasser im Jahr 1810 daselbst erbauten Durchlafswehres.

Tab. 102. Grundrisse, Horizontal-Vertical-Schnitte und Ansichten, wnlche zur Erklärung des in der vorigen Kupfertafel genannten Werkes dienen.

Tab. 103. 1. Karte vom Pinzgauer-Thal im ehemaligen Salzburgischen: zur Erklärung des vom Verf. gemachten Entwurfes zur Austrocknung dieses versumpften Thales. Fig. 2, 3 und 4 baierisches Schöpfrad.

Fig. 5, 6 und 7. Chinesische Vorrichtung zum Heben der Canalschiffe oder die Schacht-Schleuse, statt einer Kammerschleuse.

Fig. 8. Karte von dem Mayn bey Frankfurt.

Fig. 9. Plan des Traunfalls in Ober-Oesterreich.

Fig. 10. Pfanne und Zapfen zu Schleusen-Thorflügeln.

Fig. 11, 12, 13, 15 und 16 Fufswinde.

Fig. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 und 24 Utensilien zum Steinsprengen und Heben des Holzes.

Fig. 25, 26, 27 und 28. Grundrifs und Profile des Durchlafswehres bey Alt-Oettingen.

Tab. 104. Perspectivische Ansicht des im Jahr 1812 am Constanzer-See bey Lindau vom Verf. angelegten Hafens: von der See-Seite aufgenommen.

Tab. 104. *b.* Ansicht des Hafens und der Stadt Lindau vom Vorhafen aus genommen.

Tab. 104. *c)* Ansicht dieses Hafens vom Kay: vor der Stadt Lindau genommen.

Es sind also sechs und vierzig Kupfertafeln, die zu diesem zweyten Bande gehören.

Anmerkung. Dafs ich auf den Kupfern einige Beschreibungen in französischer Sprache habe stechen lassen, ist in der Hoffnung geschehen: dereinst eine französische Ausgabe dieses Werkes, welches mit dem dritten Bande beschlossen wird, veranstalten zu können.

E r r a t a.

Im ersten Bande sind noch folgende, vor Lesung des Werkes, zu verbessern.

Seite	Zeile	lese man	anstatt
103	3 v. o.	enthaltenden Flüssen	Flüssen
199	4 —	kostspieligen	kostbilligen
373	— —	In der Quer-Colonne der Tabelle mufs es heifsen: geringster Unterschied statt geringer Wasserstand	
456	5 v. u.	bewirkt	bemerkt.
472	4 v. o.	$\frac{100}{66}$	$\frac{66}{100}$
482	11 —	Deichfufs	Deichflufs

Seite	Zeile	lese man	anstatt
559	16 v. o.	Deiche	Berge
560	24 —	Deichprofile	Deichprofilen
578	13 v. u.	Mühlteiche	Mühldeiche
588	19 v. o.	nach dem Worte lassen, lese man:	die befsten
594	14 v. u.	Hohlschaufeln	Holzschaufeln
598	6 —	65	21

In diesem zweyten Bande.

Seite	Zeile	lese man	anstatt
13	10 v. u.	Canals	Canais
48	21 v. o.	Phare	Shore
71	21 —	Vorschläge	Vorschlage
100	7 —	der letztere	der erstere
109	21 v. u.	eine	keine
144	3 —	Formes	Fermes
160	8 —	Wasserbauten	Wasserbauarten
242	9 v. o.	geführt	zugeführt
249	17 —	Wehrbau	Wasserbau
415	9 —	800	750
417	16 v. u.	Eichenholzes	Fichtenholzes
419	8 —	Zugleinen	Sugleinen
442	8 —	125	124
451	12 —	15	16

Seite	Zeile	lese man	anstatt
484	20 v. o.	Schulz	Schütz
492	3 —	Steinstücken	Sinckstücken
445	4 v. u.	lese man 4) auf die Fundirungen und auf die gute u. s. w.	
501	1 —	liegt	gliet
503	8 v. o.	dieses	es
503	13 v. u.	Baum zopftrocken	Baum-zopf trocken
527	11 v. o.	welcher	weil er
583	8 v. u.	dieselbe	er
622	19 v. o.	abzuführende	abzufahrende
621	12 v. u.	ehemals	gegenwärtig
646	9 —	Minute	Mizute
702	7 —	1776	1770

Ueber die Typographie dieses Werkes mufs ich bemerken: Dafs ich die Anfangsbuchstaben der Substantiven und Nahmen, deswegen in gleicher Höhe mit den übrigen gewählt habe, um dem Druck ein gefälliges Ansehen zu geben. Die Capitälchen c, o, s, u, v, w und z sind freylich etwas zu klein gegossen worden. Indessen versichern mir mehrere Personen, die den ersten Band gelesen haben: dafs dieser Druck für ihre Augen sehr wohlthätig gewesen sey, und sie sich, nach Lesung einiger Bogen, schon an denselben gewöhnt hätten.

VIERTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

HAFENBAUKUNDE.

ZWEYTER ABSCHNITT,

ODER

PRACTISCHE HAFENBAUKUNDE.

§. 53.

Fast alle an das Meer gränzende Nationen, worunter die Griechen, Römer, Engländer, Russen, Holländer, Franzosen, Dänen und Schweden oben anstehen, haben auf die Anlage ihrer Fluſs- und Seehäfen eine Sorgfalt und Aufmerksamkeit gerichtet, welche von der Wichtigkeit solcher Etablissements die redendsten Beweise sind. Und wie sollte diese Wichtigkeit einer für das Beſste des Staats besorgten Regierung entgehen, indem ein Land, welches von der Natur den Vortheil erhalten hat, an einem Meere zu liegen, oder in welchem groſse zur Schifffahrt fähige Flüsse strömen, nur alsdann zu einem hohen Nationalreichthum gelangen kann, wenn in dessen Häfen sowohl fremde als einheimische Seefahrer sichere Zufluchtsörter finden!

Bedeutender wird aber der Vortheil, den die Häfen hervorbringen, wenn der Staat, dem sie angehören, zugleich eine groſse Seemacht ist, um den Handel zu beschützen, und Colonien in fremden Welttheilen zu erobern; denn es wird Keinem die Bemerkung entgehen, daſs eine Marine ohne vollkommen sichere Häfen nicht von groſsem Nutzen seyn kann. Eben so einleuchtend ist es, daſs selbst eigentliche *Landmächte — die keiner Marine bedürfen*, und die besser thun würden, ihre Finanzen zu schonen, als mit ungeheuern Kosten Kriegsschiffe zu erbauen, die nur verfaulen — aus gut angelegten Seehäfen die gröſsten Vortheile ziehen können, und zwar sowohl in Rücksicht des Commerzes als der Landesvertheidigung. Von diesen Häfen aus werden sie nach allen Hauptstädten des Landes bequeme Land- und Wasserstrassen anlegen, und auf diese Weise allenthalben die Zufuhr und den Absatz der aus- und inländischen Producte befördern, folglich die Cultur verbessern, und dem Boden gröſsere

Erträgnisse ablocken. Was die Vertheidigung des Landes betrifft, so wird sie mittelst Häfen deſswegen erleichtert, weil dieselben die Geschwader einer verbündeten Macht aufnehmen und es auch erleichtern, daſs die Landtruppen schnell von einem Puncte der Küste bis zum andern, ja auch zur Unterstützung des Freundes über die See, mit Transportschiffen abgehen können.

Es würde mir übrigens, — wenn das Gesagte nicht schon an und für sich selbst die Vortheile sicherer Häfen begründete — keine sonderliche Mühe kosten, diejenigen, welche aus guten Häfen für jeden Staat entstehen, aus der Kriegsgeschichte abzuleiten, wenn sie nicht bereits von allen einsichtsvollen Staatsmännern anerkannt wären, mithin nur von solchen Personen, die sich das Staatsbeſste wenig angelegen seyn lassen, welche die verderbliche Kunst verstehen, jedem nützlichen Vorschlage den Weg zu versperren, verkannt werden.

Aus den Vortheilen, welche ein am Meer gelegener Staat von seinen Fluſs - und Seehäfen — sowohl in Rücksicht des Commerzes, als der Landesvertheidigung, ziehen kann, folgt auch: daſs man die bey den Häfen nöthige Verwaltung mehrerer Zweige, als der Wasserbaukunst, Nautick und Kriegskunst mit Zweckmäſsigkeit organisiren müsse. Da nun dieselbe in diese drey Abtheilungen zerfällt, so haben sie die bedeutendsten Seemächte Europens nach diesen angeordnet. Die erste Abtheilung begreift den Hafenbau selbst, und den Bau der zur Formirung des Hafen - Etablissements gehörigen Gebäude, Maschinen, Werkstätte, Leuchtfeuer und Magazine aller Art, welche den Ingenieurs des Wasserbaues zusteht. Die zweyte Abtheilung umfaſst den Bau und die Armatur der Schiffe, und die dritte schlieſst die Vertheidigungsanstalten für den Hafen ein.

§. 54. Soll der Hafenbau nun allen Absichten und der Beschaffenheit des Locals entsprechen, das ist: einen sichern Hafen für die Schiffe und Bequemlichkeit zu allen in demselben zu betreibenden Arbeiten verschaffen, so ist es klar: daſs die in der Praxis anwendbaren Grundsätze und Maximen, nach denen man bey Anlegung der Häfen verfahren muſs, und welche ich im ersten Bande vorgetragen habe, nicht aus einer speculativen Theorie, sondern aus den, bey den vorzüglichsten Europäischen Häfen obwaltenden Vortheilen und Nachtheilen hergeleitet werden müssen. Bey Anwendung dieser Grundsätze auf irgend ein Local, muſs man dieses aber in allen nautischen und hydrotechnischen Beziehungen kennen, und zu dem Ende die Erfahrungen der des localkundigen Schiffer, so wie der Küstenbewohner, benutzen.

Diese so nothwendige, ja unentbehrliche Localkenntniſs besteht 1) in Hinsicht eines Fluſshafens in einer genauen Fluſskarte, wovon im ersten Bande, S. 131 u. s. w. das Wesentlichste vorgetragen ist. 2) Die Anlage eines guten Seehafens anbetreffend, besteht diese Localkunde: a) aus einer topographischen Karte von der Küstengegend, 1) weil die Lage und Höhe der Berge und Anhöhen einen wesentlichen Einfluſs auf die Wirkungen der herrschenden und für das Etablissement des Hafens nachtheiligen

Winde hat; 2) weil man die Strafsen kennen mufs, welche zum Hafen führen; 3) weil die Lage des Küstenlandes zum Theil die Anlegung der Leuchtfeuer und Seezeichen, nach denen der Schiffer seinen Cours einzurichten hat, und die Vertheidigungsanstalten, bestimmt; b) aus der Untersuchung der Tiefen des Meeres in der Nähe des Hafens, so wie aller Sandbänke und Seichten, insbesondere der Tiefen desjenigen Bezirkes, welcher den Hafen und die Rhede ausmachen soll, und zwar auf 50 bis 200 Klafter Abstand, um alsdann nicht nur den Raum des Hafens, sondern auch die Stärke der Werke bestimmen zu können; c) aus der Untersuchung des Hafengrundes, um über seine Haltbarkeit oder über das Eingreiffen der Anker zu urtheilen; d) aus der Kenntnifs der herrschenden Seewinde, welche dem Hafen nachtheilig sind, und in der Ausmittelung der Höhe, der durch dieselben verursachten gröfsten Wellen, um aus der Richtung und Geschwindigkeit des Ebbe - und Fluthstromes die Direction, Stärke, Länge und Höhe der Meer - und Hafendämme anzugeben. Endlich mufs noch erhoben werden 1) der Unterschied zwischen der ordinären Fluth und Ebbe. 2) Welches diejenigen Winde sind, die die mehrsten und höchsten Sturmfluthen hervorgebracht haben. 3) Welches die Winde sind, die den Schiffen beym Einlaufen und Auslaufen nachtheilig werden. 4) Wie hoch die stürmische See gegen die Ufer anlaufe. 5) Welches die Benennung, Länge, Breite und Anzahl der den Hafen besuchenden Schiffe sey, und wie viel Lasten jede Gattung derselben trägt; wie tief ein Schiff geht, und welchen Raum es einnimmt. Nur nach diesen Untersuchungen wird man im Stande seyn, den Entwurf zur Etablirung eines Hafens dergestalt anzuordnen, dafs er den Eigenschaften entspricht, nach denen vollkommene Seehäfen angelegt werden sollen, so weit es nur immer das Local gestattet.

Wiewohl ich diese zwey §. §. bereits in der von mir umgearbeiteten *Uebersicht der Wasserbaukunst* des verewigten Professors *Büsch* gröfsten Theils vorgetragen habe, so glaubte ich doch diese meine eigenen Worte hier wiederholen zu müssen, weil sie nicht nur die Vortheile guter Häfen, sondern auch die Untersuchungen, welche den Entwürfen dazu vorangehen sollten, entwickeln; endlich auch eine Einleitung zur Fortsetzung von der im ersten Bande angefangenen Beschreibung der merkwürdigsten Europäischen Häfen abgibt, zu welcher ich jetzt übergehe.

§. 55. *Beschreibung der Rhede und des Hafens zu Havre an der Mündung der Seine.* T. 59.

Havre *) war, ehe Holland einen Bestandtheil des französischen Reichs ausmachte, der beste französische Seehafen am Canal; in Hinsicht des Handels aber der wichtigste. Zur Stationirung einer ausgerüsteten Kriegsflotte kann er freylich nicht wohl

*) Ehemals hiefs diese Stadt: *Havre de Grace*, d. i. nach Franz dem Ersten, der sie im Jahre 1520 vergröfserte, *Havre François de Grace*. Zu den unglücklichen revolutionären Zeiten hiefs sie Havre - Marat, jetzt nennt man sie *Havre*. Die alte Festung, und vorzüglich die, vom *Vauban* erbaute, jetzt aber geschleifte Cidatelle B. ist auf der Karte T. 59. punctirt.

dienen, weil die Einfahrt nicht tief genug ist. Aber unausgerüstete Linienschiffe, grosse Kauffahrtheyschiffe und Fregatten nimmt er auf. Von dessen Wichtigkeit ist die Regierung überzeugt, weil die angefangenen Bauwerke und Bafsins vollendet werden sollen. In der That bedarf es auch keines weitläufigen Beweises: dafs dieser Seehafen für Frankreich viele Vortheile gewähren wird, wenn der Handel, die Fabriken und Manufacturen wieder blühen; denn ist es nicht gewifs, dafs *Paris und Rouen* über *Havre* die ausländischen Waaren ziehen, und ihre Fabricate nach andern Ländern und Welttheilen versenden können? Auch ist dieser Hafen in Kriegen mit England wichtig, um eine Landung an den Küsten der Ober - und Nieder - Normandie zu verhindern, oder eine Landung auf England zu machen! In dieser Absicht begann Franz I. im Jahre 1509 die Stadt Havre zu befestigen, und befahl dem Admiral *Bonnivet* einen Hafen an der Seine - Mündung anzulegen. Dieser wählte dazu *Havre*. Man begann die damaligen Arbeiten im Jahre 1516, welche zwar unterbrochen, aber endlich doch von Ludwig XIII. vollendet wurden. Derselbe führte die Citadelle auf, welche jetzt abgetragen ist, und überliefs es seinen Nachfolgern, oder vielmehr den grofsen Männern *Colbert* und *Vauban*, ein Bafsin (S. T. 59. vieux Bassin) für Kriegsschiffe und die grofse Schleuse (R) davor anzulegen. Vor drey Jahrhunderten bildete der Thurm *Franz I.* (T. 59. V.) der 1509 erbaut war, so wie der Thurm von *Vidame* (D) den Eingang der Hafenstrasse, die man mittelst einer Kette des Nachts verschlofs. Diese wäre also damals weit kürzer gewesen, wenn die Hafendämme nicht weiter als jetzt in die Mündung der Seine hineingiengen. *Cefsart* in seiner Déscription des travaux hydrauliques Tom. I. p. 257 behauptet aber, dafs im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts der Eingang der Hafenstrasse 500 Toisen von dem Thurme von *Vidame* entfernt gewesen sey. Es dürfte daher diese Mündung bey der Zahl III. (siehe den linkseitigen Plan T. 59.) statt gefunden haben.

Das erste Project zur Verbesserung dieses Hafens wurde am 10. Jänner 1779 genehmigt. Das zweyte war von *Leger* und *Fourcroy*, das dritte untersuchten *Borda, Fleurieu* und *Perronnet.* Dieses letztere ist nun vom Generalinspector Lamandé seit 1787 in der Ausführung, die der geschickte Ingenieur *Lamblardie* begonnen hat, und wobey der Ingenieur la Payre wesentlich mitgewirkt, den ich damit beschäftigt gefunden habe. Auch *Cefsart*, welcher sich zuerst durch die sehr sinnreiche im Jahre 1776 bewerkstelligte Ausbesserung der grofsen Schleuse R am alten Bafsin zu Havre, bekannt machte, wurde im Jahre 1778 von *la Cotte* beauftragt, einen Verbesserungsvorschlag zu entwerfen, bey dem vorzüglich darauf hinausgesehen werden sollte; dafs in dem Hafen Kriegsschiffe vom zweyten Range einlaufen könnten. Am 9. Februar 1782 bildete der Generaldirector *La Millière* ein Comité, um alle bis dahin eingelaufenen Verbesserungsentwürfe zu prüfen; und dieser Vorschlag ist es, welchen die Mitglieder der Academie *Borry*, *Condorcet*, *Bofsut* und *Bezout* prüften.

Indessen bestand die gröfste Schwierigkeit bey diesem Unternehmen in der zweckmäfsigen Anordnung der Hafenstrasse, in welcher die Schiffe auch bey stürmischem Wetter einlaufen sollten. Doch ich werde, sowohl hier über, als über die Bafsins, Schleusen - und Hafen - Etablissements, weiter unten nähere Auskunft geben, und einen Verbesserungsvorschlag entwerfen, zuvor aber

§. 55. Die *Rhede* - oder die Seine - Mündung, näher beschreiben!

Die Fluth, aus der *Manche* kommend, wälzt sich vor die *Seine - Mündung* auf die östliche Küste, d. i. auf das *Cap de la Heve* (S. Tab. 59. die Karte der Seine - Mündung) und auf das nördlicher gelegene *Cap* von *Antifer*. Sie würde vor jener hervortretenden Landspitze vorüberziehen, wenn sie nicht vor dieses Cap einen Widerstand litte, der sie südlich hintreibt, und das also ein Schöpfwerk (I. B. S. 22.) abgibt. Da die Küste vom *Cap - Antifer* bis *la Heve* eine Richtung von Nordnordwesten auf Südsüdosten hat, und die Seine - Mündung von Osten nach Westen läuft, so schlürft diese Mündung den Fluthstrom ein, indem sie als ein grofser Meerbusen anzusehen ist. Auf diese Weise scheidet sich ein Theil der Fluthmasse, in westlicher Richtung, von dem fluthenden Meere und dehnt sich also in die Seine - Mündung aus, und zwar nach zwo verschiedenen Richtungen, die eines Theils aus der Direction der Fluth im Meere und andern Theils aus derjenigen des vom *Cap - Antifer* zurückkehrenden Stromes entstehen. Der gröfste Theil dieser Fluthmasse (ich will sie den *gröfsern Fluthstrom* nennen) läuft zwischen den Sandbänken von *Ratelets* und *Amfard* und der Banc *les hauts de la Rade* auf Havre; der geringere Theil der Fluthmasse dringt aber zwischen dem *Cap de la Heve* und der Banc de l'*Eclat*, in die Seine - Mündung hinein. Also ist es einleuchtend: dafs die Fluth vor *Havre* mit einer gröfsern Geschwindigheit als vor *Honfleur* aufläuft; daher erreicht sie vor diesem letztern Hafen bey Vollmond ¾ Stunden später ihre gröfste Höhe als gegen dem gegenüberliegenden *Harfleur*. Diese verschiedenen Richtungen, in welchen sich die Fluthmassen bewegen, mufsten sonach daselbst, wo die eben genannten Sandbänke liegen, Widerströme erzeugen, und diese hatten einen Stillstand des Wassers, der längere Zeit anhielt, als wenn in dem gesammten Querschnitt der Seine - Mündung eine regelmäfsige Bewegung des Ebbe - und Fluthstromes statt gefunden hätte, zur Folge. Diese Widerströme bewirkten demnach eine Störung in dem Fluthstrom, und verringerten dessen Wassermasse, welche in die Seine eintritt: daher die vielen nachtheiligen Sandbänke, die nunmehr den Flufs - Strom noch mehr schwächen, und welche die Seichtigkeit der Seine flufsaufwärts vermehren. S. §. 93. I. B. Ausser diesen Ursachen zur Versandung der Seine - Mündung wirkt noch eine andere, die wir in dem zweyten Widerstrom, welcher sich vor dieser Mündung eingestellt hat, finden. Er wird nämlich von der Ebbe des Meeres bewirkt, indem sie auf die Küste von *La Heve* aufläuft, während es in der *Seine* noch nicht ebbt. Auf diese Weise wird also der Abflufs des *Seinestroms* geschwächt, und gleichsam zurückgeschoben; und in dem Bezirk dieses Widerstroms kann sich der Flufssand und

der Kiesel lagern, woraus also die Bank les hauts de la Rade entstanden ist. Die Ursachen, welche alle diese nachtheiligen Widerströme, und daher die Sandbänke hervorbrachten, werden uns noch anschaulicher, wenn ich die Richtungen, in welchen die Fluth in die *Seine aufläuft*, näher angebe. Das hohe Meer hat nämlich 1) gegen die Landspitze *la Heve*, zwo Stunden über, eine südliche Richtung, dann läuft es während zwo Stunden südöstlich, und endlich eine Stunde östlich. 2) Nachher hat die Fluth während einer halben Stunde eine nordöstliche Direction; dann läuft sie eine Stunde über nördlich, drey Stunden nordwestlich und 2½ Stunde westlich; das macht fünf Stunden Fluth und sieben Stunden Ebbe. 3) In der Mitte der Seine-Mündung, und zwar in dem Theil westlich der Bank *Amfard*, läuft die Fluth, während den ersten drey Stunden, ostsüdost, dann aber 1½ Stunde östlich. 4) Nach der Umrollung der See hat die Ebbe in den ersten zwo Stunden eine nordwestliche Richtung, und während 5½ Stunden eine westnordwestliche. 5) Es findet demnach in diesem Theile der Seine-Mündung 4½ Stunde Fluth 7½ Stunden Ebbe statt. 6) In dem Theil westlich der Bank *Ratier*, nimmt die Fluth in den ersten zwo Stunden eine südliche Direction, dann läuft sie während einer Stunde südöstlich, und zwey Stunden Nordöstlich auf; nachher aber rollt die Ebbe nördlich um, und zwar, während zwey Stunden, nordwestlich, zwo Stunden westlich, und eine Stunde südwestlich. 7) Längs dem nörd- und südlichen Ufer folgen Ebbe und Fluth den natürlichen Vertiefungen des Bettes von der Seinemündnng, und es ist dort beynahe fünf Stunden Fluth und sieben Stunden Ebbe. 8) Die Fluth steigt vor der *Hafenstrasse* von *Havre*, während dem Neu- und Vollmonde 22 bis 25 Fufs, während den niedrigen Fluthen 15 bis 17 Fufs, je nachdem der Wind stark oder schwach wehet. Der mittlere Unterschied des hohen und niedrigen Wassers beträgt aber 20 Fufs. 9) Die Hafenzeit, oder die Zeit, wenn hohes Wasser, während dem Neu- und Vollmonde ist, tritt um 9 Uhr 48 Minuten ein. Wenn der Wind aus Südwesten bläfst, so findet sie eine halbe Stunde früher, oder bey entgegengesetztem Winde, um so viel später statt. Sie erhält sich 1½ auch wohl 2 Stunden und während dieser Zeit hat das Meer eine fast unmerkliche Bewegung. 10) Der südwestliche Wind, welcher sie früher anrollt, hält länger hohes Wasser, und der Nordwestwind, welcher mit Stürmen weht und der gefährlichste Wind ist, gibt der Ebbe im Canal Ueberwucht und verringert die Dauer des hohen Wassers, oder der Hafenzeit.

§. 56. Betrachten wir jetzt *die Rhede und den Hafen von Havre in nautischer Hinsicht!*

1) Der heftige Fluthstrom in der Seinemündung, und die vielen veränderlichen Sandbänke, erheischen die Aufmerksamkeit des Seefahrers. Er wird daher ohne Lootsen nur im höchsten Nothfall den Hafen zu erreichen suchen, sondern sie auf der Rhede gegen die Leuchtthürme, erwarten. Die Gefahren für ihn sind mancherley, und vorzüglich bestehen sie in den Sandbänken. a) Ist es nämlich auf der Höhe der

Rhede an einigen Stellen bey der Ebbe nicht tief genug; b) läuft die Bank von *Amfard* während den Springzeiten trocken; auch ist sie sehr veränderlich; c) die Bank von *Ratier*, welche bey der Ebbe trocken läuft, und die Bank von *Tourville*, von den Lootsen *Banc au Boeuf* (S. T. 59.) genannt, machen die Fahrt mifslich. *) d) Ist die Einfahrt in die Hafenstrasse von *Havre* bey hartem Winde gefährlich, weil vor derselben (wie gesagt) ein grofser Widerstrom umläuft. Derselbe hat etwa eine Geschwindigkeit von 2,5 Fufs in der Secunde, und zwar bey der Fluth und vor dem südlichen Ufer. Es ist daher sehr heschwerlich, in die Hafenstrasse bey stürmischem Wetter einzulaufen.

2) Die Rhede vor Havre wird von dem äufsersten Theile der Seinemündung gebildet. Sie ist getheilt in die *grofse* und *kleine Rhede*, s. die Karte Tab. 59. **) zum

*) Die übrigen Untiefen, welche in der Seinemündung liegen, sind zu veränderlich, als dafs sie auf der Karte mit Contouren bezeichnet werden könnten. Auch kann die *Seine* der Seichtigkeit wegen, nur bis *Honfleur* mit Seeschiffen befahren werden, ungeachtet sie oberhalb *Quilleboeuf* ein hinreichend tiefes Fahrwasser hat. Also ist ihr Bett zwischen diesen beyden Städten zu hoch. Wenn gleich dieser Zustand der Seinemündung — so äusserst nachtheilig für die Schifffahrt — nicht directe zum Hafenbau gehört, so hat er doch auf den Hafen von *Havre* Beziehung; denn wie viel stärker würde derselbe nicht besucht werden, wenn die Seeschiffe bis Rouen die Seine hinauf befahren könnten? Da diese Seichtigkeit des Flusses zwischen *Honfleur* und *Quilleboeuf* ein grofses Hindernifs für die Schifffahrt ist, so wird in dieser Note eine Anzeige derjenigen Vorschläge, welche gemacht worden sind, um diesen Strombezirk zu verbessern, an ihrem Orte stehen. Die ehemalige Academie zu *Rouen* war nämlich so patriotisch, Preisfragen über die Verbesserung der Seine zu geben, und aus den Schriften derselben habe ich folgendes gezogen. In einem Mémoire wird vorgeschlagen, einen Steindamm von Villequier, wo die Erhöhung des Bettes anhebt, in der Seine, bis zur Mündung aufzuführen, um die Strommasse einzuschränken, ihr also ein gröfseres Vermögen zu geben, und so das Bett zu vertiefen. Ein anderes will die Sandbänke der Seine mit dem festen Lande verbinden, und auf diese Weise sollte gleichfalls das Bett eingeschränkt werden. Wenn man aber bedenkt, dafs die öröfse der Mündung bey Ebbe - und Fluthströmen einen wesentlichen Einflufs auf dir Stärke des Stromes hat (I. B. S. 115.), so kann hier das letztere Mittel unmöglich einen günstigeu Erfolg versprechen.

In der Anwendung von Kunstmitteln auf diesen Flufsbezirk ist man auch bis jetzt ganz unschlüssig, und ich bin nach demjenigen zu urtheilen, was ich in Frankreich über den schlechten nautischen Zustand der Seine unter Rouen gehört habe, vollkommen überzeugt, dafs man den Flufs noch nicht hydrometrisch untersucht hat, also auch unmöglich zweckmäfsige Vorschläge machen kann. Ueberhaupt sollten Academien nie solche Gegenstände zu Preisfragen bestimmen, welche weitläuftige Localuntersuchungen, die nicht Sache des Privatmanns sind, erfordern, oder sie müfsten dann die Localdata bekanut gemacht haben. Jetzt sieht man nun den nautischen Zustand der untern Seine für unheilbar an, und hat deswegen die Ziehung eines schiffbaren Canals, längs derselben, vorgeschlagen. Er soll von Villequier nach Harfleur gehen. Da die Schifffahrt auf einem Flusse, wenn sie sehr frequent ist, doch einer Canalfahrt vorzuziehen ist, insbesondere, wenn die Waaren in kleinere Schiffe umgeladen werden sollen; die Wasserbaukunde aber Mittel enthält, grofse Versandungen fortzuschaffen, und die Seine zwischen Havre und Honfleur eine grefse Weite hat, so bin ich der Meinung, dafs die Seine sich verbessern läfst, und verbessert werden sollte. Um darüber aber ein bestimmtes Urtheil äussern zu können, mufste eine Stromkarte und hydrotechniscke Messungen vor mir liegen, die jetzt noch fehlen.

**) Die Anker, welche auf dieser Karte verzeichnet sind, zeigen die Ankerplätze. Diejenigen, welche zwey Klauen oder Flügel (Pattes) haben, deuten den guten Ankergrund, diejenigen aber, welche vier Flügel haben, zeigen den schlechten Ankergrund oder solche Plätze, auf denen man nur im Nothfalle ankern, und einige Fluthperioden abwarten kann.

Einlaufen der Schiffe hat die Natur drey Durchfahrten (passes) zwischen den Sandbänken gelassen. Die erste Durchfahrt heißt die nordwestliche Durchfahrt (passe du N. O.) weil sie mit Nordwesten parallel ist. Die zweyte Durchfahrt zwischen der *Bank Eclat* und der Fläche *les hauts de la rade* wird die westliche Durchfahrt (passe de l'ouest) genannt, weil sie westlich auf Havre geht. Die dritte zwischen les hauts de la rade und der Bank *Amfard* ist die Durchfahrt *du hoc*; so heißt sie, weil die Schiffe, welche durch sie steuern, um einzulaufen, auf *le Hoc* halten müssen. *)

Beym Auslaufen nach Norden müssen die Schiffe die erste Durchfahrt passiren; diejenigen, welche directe in See stechen. Die zweyte und solche, die vor der Landspitze von *Barfleur* vorbey segeln, halten die dritte Durchfahrt ein.

3) Wie beschwerlich übrigens das Ein - und Auslaufen der Schiffe wegen der Untiefen — ist, dieß will ich nur durch ein paar Beyspiele beweisen. Wenn z. B. ein Schiff von der kleinen Rhede durch die Nordwestliche Durchfahrt einlaufen will, so muß es auf das *Wachthaus*, das auf dem nordwestlichen Einfahrtsdamm vor Havre steht, und auf die *weißen Falaisen* bey Honfleur westlich lossteuern. Diesen Cours muß es bis gegen das Wachthaus am *cap de la Heve* (*w*) einhalten; dann südlich laufen, um über einen Grund von Kiesel und Austerschaalen zu kommen, und 20 bis 24 Fuß Wasser zu haben. Will der Seemann mit der Ebbe auslaufen, und die westliche Durchfahrt passiren, so muß er das Schloß *Orcher* mitten zwischen den Windmühlen von *Perrey* auf seinen Rücken lassen, und in dieser Direction (D. III. T. 59.) steuern, bis ihm die Leuchtthürme Nord - Nordost bleiben. Wird der Schiffer genöthigt, während eines Sturmes, in den Hafen von *Havre*, ohne Lootsen, einzulaufen, so muß er nicht nur auf den Windstrich, sondern auch auf die Dauer und Richtung der Fluth achten. Wenn der Wind zwischen Süd und West bläßt, so muß er die Nachfluth, welche südöstlich läuft, benutzen, um sich vor die Hafenmündung zu legen; jedoch dem südöstlichen Einfahrtsdamme so nahe als möglich zu kommen suchen, weil sonst das einlaufende Schiff von dem Widerstrome, welcher längs dem südlichen See - Deiche (*Digue d'enceinte* T. 59.) aufläuft, auf den nordwestlichen Einfahrtsdamm geworfen wird. Bläßt der Wind nördlich oder westlich, so muß das Schiff daselbst in die Queere gelegt werden, bis die Fluth stille steht, welche sonst das Schiff in die Seine aufwärts treiben würde. Wenn ein Schiff bey har-

*) Die Zeit jeder Fluthperiode, in welcher die Schiffe in den Hafen von Havre einlaufen können, zeigt folgende Tabelle:

Die Schiffe gehen tief	Während den Springfluthen			Während ordinären Fluthen		
Französische Fuß	Stunden.	Minuten.	Secunden.	Stunden.	Minuten.	Secunden.
15	2	0	0	0	1	0
12	2	30	0	1	0	0
9	3	0	0	1	30	0
6	3	0	0	2	0	0
4	4	0	0	5	0	0

tem West - oder Nordwinde die Mündung der Hafenstrasse passirt hat, so muſs es sich südlich treiben lassen, um in solcher Richtung zu kommen, in welcher das Schloſs *Orcher* zwischen *le Hoc* und *les Neiges* zu liegen kömmt. In dieser Direction steuere es bis gegen das östliche Ende der Stadt fort, wo es sich auf den Sandgrund vor Anker legen muſs, um mit der Vorebbe, gleich in den Hafen einzulaufen.

Auſser diesen genannten Seezeichen und den Leuchtthürmen hat der Seemann noch das Schloſs *Laſsais* und einen einzeln stehenden Baum *l'homme de Bois* genannt, welche Zeichen auf der südlichen Küste westlich *Honfleur* stehen. Wenn man nämlich von Westen nach Norden die *Bank Ratier* umschiffen will, so muſs man auf das Schloſs *Laſsais* und auf dem *homme de Bois* steuern, alsdann aber den Cours östlich und Osten zum Süden nehmen, bis man vor *Honfleur* angelangt ist. Wer diese Bank Ratier südlich passiren will, der muſs zwar auch auf das Schloſs Laſsais loshalten, aber nur bis dahin, wo das Cap von Roque in der Richtung von Havre fällt, alsdann steuere der Seemann östlich!

Diese verschiedenen Fahrwasser, welche die Schiffer einzuhalten gezwungen sind, habe ich deſswegen in Havre zu erfahren gesucht, und hier angezeigt, weil sie die tiefsten Stellen, also auch die Directionen der Ebbe - und Fluthströme bezeichnen, und in Hinsicht des Hafens wichtig sind. Was die beweglichen Sandbänke anbetrifft, so werden sie von der Fluth und den westlichen Winden nach *Quilleboeuf* zu; von der Ebbe so wie von den östlichen Winden, *meerwärts* getrieben. Da aber der Fluthstrom eine gröſsere Geschwindigkeit in allen Querschnitten der Seinemündung hat, als der Ebbestrom, und welches nothwendig der Fall seyn muſs, weil die Sandbänke sich vergröſsert haben, und gegen Quilleboeuf aufwärts gewichen sind, und der Nordwestwind den Rückwallenden - Strom verstärkt, folglich auch dessen Vermögen, womit er den Sand in die Seine hinaufrollt, vergröſsert; so werden diese Sandbänke sich oberhalb Honfleur auch gewiſs in der Folge erhöhen.

§. 57. Die wesentlichsten Nachtheile des Hafens zu Havre bestehen nun darin, daſs sich 1) vor seiner Mündung eine Kieselbank anlegt. 2) Zieht vor derselben der groſse Widerstrom vorüber, dessen ich erwähnte. Derselbe führt nicht nur die Kiesel in die Hafenmündung hinein, sondern er ist auch ein Hinderniſs beym Aus- und Einlaufen der Schiffe, ja während der Ebbe ist die Tiefe in der Hafenstrasse nicht gröſser als 3 bis 4 Schuh, in der That ein wesentlicher Fehler eines, für groſse Schiffe, bestimmten Hafens!

§. 58. Ehe ich indessen zu denjenigen Vorschlägen, welche nöthig sind, um die Hafenstrasse zu Havre zu verbessern, übergehe und die übrigen Häfen der obern - Normandie beschreibe, wird es nöthig seyn: von der Natur der Küste dieses Landes *) die Beobachtungen eines Ingenieurs, welcher mehrere Jahre die Arbeiten zu *Dieppe* und

*) Die Cassinische Karte oder eine andere gute Karte von Frankreich, z. B. die Sotzmaunsche, wird das Local nachweisen.

Havre dirigirt hat, zu benutzen. Es ist der verstorbene Inspector *Lamblardie*, zuletzt Director der Ingenieurschule des Brücken - und Wegebaues zu Paris, der uns ein *Memorie sur les côtes de la Normandie* 1789 hinterlassen hat. Dieses Memoire hat mir bey meiner Localuntersuchung dieser Küste (im July 1800) zum Leitfaden gedient, und ich habe die Bemerkungen des Verfassers, die er über den Gang der *Strandkiesel* (*Galets*) mittheilt, durchaus bestättigt gefunden. Er beschreibt die Küste zwischen den Mündungen der Seine und Somme folgendermassen: „Ihre Ausdehnung beträgt etwa 114000 Toisen, die Häfen, welche an ihr liegen, laufen bey der Ebbe fast gänzlich trocken, und die Schiffe können also nur zur Fluthzeit in sie hineinlaufen. Sie biethet nicht, wie die englische zurücktretende Bays und vorstehende Landspitzen, welche natürliche Häfen formiren, dar, und ist dem herrschenden Seewinde, der aus Nordwesten bläſst, bloſsgestellt. Diese Winde flächen die Küste ab, indem sie die Wogen dagegen anrollen, und es haben sich nur zwey caps (Landspitzen) nämlich das von *Antifer* und das von *Ailly* erhalten können. Bey jeder Bucht oder Bay trennt sich von dem Hauptfluthstrom eine Wassermasse, um die Bay auszufüllen, sie ist also der Ausdehnung von dieser proportional. Diese Wassermasse beschreibt in ihrer Bewegung eine mit dem Hauptstrom schiefe Richtung, und trift daher die Küste erst jenseits der Mündung der Bay, in welcher also das fluthende Meer in einer dem Hauptfluth - Strom fast entgegengesetzten Richtung eintritt. Auf diese Weise entsteht also in jeder Bay ein groſser Widerstrom. Der Küstenpunct, gegen welchen der Strom zuerst anläuft, und die Linie, welche denselben von dem Hauptfluthstrom trennt (die Franzosen nennen sie Lime oder Rodaine), sind desto weiter von der Mündung der Bay entfernt: je nachdem diese und der Abhang desjenigen Stromes, welcher sie ausfüllen muſs, groſs ist."

§. 58. Werden diese Grundsätze auf die Bildung des cap *Antifer* (Tab. 59.) angewendet, so ist es gewiſs, daſs die Fluthmasse, nachdem sie vor das *cap von Barfleur* aufgerollt ist, die Seinemündung, welche eine groſse Bay formirt, anfänglich vorbeystreicht, und solche erst nach und nach ausfüllt. Es trennt sich also seitwärts von der aufwallenden Fluthmasse des Canals ein Strom, der in die Seine aufläuft. Dessen Geschwindigkeit ist also nicht nur von der Geschwindigkeit des Haupt - Fluthstromes, sondern auch von der Neigung, welche zwischen der Höhe des Meeres und der Seine statt findet, wie auch von der Gröſse des Fluſsstromes der Seine, abhängig. Auf diese Weise wird die Geschwindigkeit der Fluth vor dem *cap Antifer* geschwächt; es hat daher diesem geringen Fluthstrom widerstehen können. Das cap Ailly hat seine Existenz andern Ursachen zu verdanken. Ehemals lief es weiter in das Meer hinein, die Wogen haben aber die Erd - und Mergelmassen, welche in eine perpendiculäre Wand am Meer sich enden, aufgelöſst, und die Feuersteinlagen, welche in diesen Massen sich befanden, sind gröſstentheils durch das Abstürzen in kleinere Massen verwandelt, die sich aufeinander abgeschliffen haben. Auf diese Weise sind sie zu

strandkiesel (Galets) gebildet worden, und nach und nach von den nordwestlichen Wogen längs der Küste hingerollt. Die auf den Strand gestürzten Massen von Sandstein, so wie die grofsen Feuersteinmassen, sind in einer schiefen Fläche liegen geblieben, welche die gegen das Seeufer anlaufenden Wellen durchschneidet, folglich schwächt, und ihre Gewalt dergestalt mäfsigte, dafs sie das Cap von Ailly, auf welches im Jahre 1773 ein Leuchtthurm errichtet worden ist, nicht lebhaft angreifen und zerstören können.

§. 59. Die Bildung der Strandkiesel längs der Normandie geschieht so: Diese Küste besteht nämlich aus *Falaisen*, das sind Mergel und Kreidebänke, in denen sich 50 und mehrere drey bis acht Zoll dünne horizontale Lagen von solchen Feuersteinen, welche unregelmäfsige und eckige Oberflächen haben, befinden. Diese Falaisen stehen etwa 200 Fufs über die Meeresfläche empor. Hier bilden sie verticale Wände, dort überhängende Massen, deren Basis bereits aufgelöfst und weggespült ist. Die Feuersteinlagen trennen sich alsdann bey dem Einsturz der Falaisen, und fallen auf den Strand in einzelne Klumpen. Jetzt werden sie von den Wogen übereinander hingerollt, verlieren ihre eckige Gestalt, nehmen eine Spheroidische an, und heissen dann Strandkiesel (Galets). Sie sind gewöhnlich 1 bis 6 Zoll lang und dick, haben allerhand Farben; ja sie sind weifslich, schwärzlich, grünlich und bläulich. Dasjenige, was sie von ihrer Gröfse durch gewaltsames, bey hohen Seestürmen erfolgtes Gegeneinanderstossen verlieren, ist Sand. Diese Strandkiesel und die aufgelöfsten Mergellagen sind es, welche die Häfen längs der Küste anfüllen, und von jenen lagert sich eine Menge in den Hafenstrassen, von diesen der angeschwemmte Theil in den Bafsins. Gegen beyde ist man also genöthigt, kostbare Kunstmittel, von denen ich nachher handeln will, anzuwenden. Solche sind in allen Häfen der Normandie nöthig, weil die durch die Hafenstrassen sich in das Meer einmündenden Flüsse nicht hinreichende Masse und Geschwindigkeit haben, um die Kiesel vor der Hafenmündung und aus der Hafenstrasse, so wie den Mergelschlamm aus den Bafsins, fortzuwälzen und fortzuschwemmen.

Es ist aber nicht nur das Meer, welches diese Falaisen einstürzt, sondern auch dasjenige Wasser, so in denen zu Tage gehenden Schluchten der Falaisen einläuft; und der Frost, welcher die Lagen von Kiesel sprengt, sobald das in den Spalten eingelaufene Schnee - und Regenwasser friert. Längs der ganzen Küste entdeckt man noch die Ueberreste der ehemaligen Falaisen *), und wie schaudervoll ist nicht der Anblick derselben, wenn man bedenkt, dafs die Natur ihre zerstörenden Kräfte an diesen Falaisen fortdauernd ausüben und das Land der See weichen wird!

Auch die gegenüberliegende englische Küste besteht, wie die französische aus Falaisen, nur dafs sie dem Einsturze nicht ausgesetzt ist, weil der herrschende Seewind nicht auf dieselbe steht, mithin die Seebrandungen ihren Fufs nicht mit zer-

*) Im Mittel haben diese Ueberreste eine Breite von 160 Toisen.

störender Gewalt angreiffen. Sollte diese gleichartige Natur der gegenüberstehenden Falaisen nicht ein neuer Beweis seyn: daſs Frankreich und England ehemals zusammen gehangen habe?

Von dem Wege, den die Strandkiesel gegen die Küste nehmen, will ich folgendes bemerken:

Es haben die Beobachtungen gezeigt: daſs diese Küste, ein Jahr ins andere gerechnet, einen Schuh abnimmt, das ist also doch nur $\frac{1}{12}$ der Abnahme von einem Theile der holländischen Küste. Die Länge der Küste der obern-Normandie beträgt 114000 Toisen. Die Oberfläche des Kieselstrandes etwa 19000 Quadrattoisen und der aus Strandkiesel bestehende Theil mag nach Lamblardie's Rechuung 47500 Cubik-Toisen enthalten. Da man nun $\frac{2}{5}$ von diesen 47500 Cubik-Toisen für die Masse der Feuersteine rechnen kann, welche jährlich ins Meer stürzt, das ist 19000 C — T.; so werden also längs der Küste von 100 zu 100 Toisen 16 C. Toisen 4 C. — F. Feuersteine abstürzen, welche fünf Cubik-Toisen, 3 Cubikfuſs Strandkiesel geben, und diese Strandkiesel lagern sich etwa bis zum niedrigen Meer mit einer Böschung von zwey bis sieben Fuſs auf den Fuſs Höhe. Da wo aber der Strand unter die Oberfläche des niedrigen Meeres hinabgeht, verhält sich dessen Basis zur Höhe, wie 30 : 1.

Die tägliche Erfahrung bewährt nun: daſs die Strandkiesel längs der Küste von den Brandungsn, welche der herrschende Nordwestwind verursacht, und von der Fluth, fortgerollt werden, daſs sie also von dem *Cap Antifer* nach der *Somme* rollen. Auf diesem Wege werden sie schon abgerundet, und je näher sie *Calais* kommen, desto kleiner werden sie. Auf diese Weise verwandeln sie sich in Sand, welcher in Dünen aufgeweht wird, die wir zwischen *Calais* und *Blankenberg* antreffen. Nach *Havre* rollen aber die Sandkiesel von den Caps *Antifer* und *La Heve* auf, indem sie von der Fluth und den Wogen, welche der Seewind hervorbringt, fortgewälzt werden. Auf meiner Reise längs den Küsten des Canals habe ich diesen Umstand durchaus wahrgenommen, und ich habe Kiesel von Havre bis Calais und Meersand bis Nordholland wovon ich noch die ersten in meiner Sammlung besitze, mitgebracht. Kein Wunder also, daſs die Häfen, von *Havre* bis zur *Somme*, mit Strandkiesel verstopft werden, sobald man es unterläſst, zweckmäſsige Kunttmittel anzuwenden. Nach dieser nothwendigen Ausschweifung kehre ich nach dem Hafen von *Havre* zurück.

§. 59. Der alte Zustand dieses Hafens und der Küste bey Havre war ehemals so beschaffen:

Die Abnahme dieser Küste meerseits, d. i. vom Cap de la Heve bis Havre, ist sehr beträchtlich: denn vor 700 Jahren stand die Kirche von St. *Andreſse* (Tab. 59.) noch auf der Bank von Eclat, das ist 700 Toisen vom jetzigen Ufer. Obgleich diese Abnahme groſs ist, so ist doch die Zunahme des Strandes zwischen Havre und Harfleur noch weit gröſser. Die Seine, welche ehemals die Mauern dieser letztern Stadt, die einen guten Hafen hatte, bespülte, ist von ihr bis vor le Hoc, d. i. 1500 Toisen ge-

wichen. Ja man kann annehmen. dafs die Seine an der Mündung des *Le' zarde-Flusses* 400 Toisen an ihrer Breite verloren hat, und der Kiesel, welcher sich hier lagert, mufs vor Havre vorbey. Also sind diejenigen Kunstmittel; welche die Kiesel zwischen Havre und das Cap la Heve aufhalten, sehr wünschenswerth; denn so wie jetzt der Gang der Natur ist, mufs die Seinemündung, oberhalb Havre, an Seichtigkeit zunehmen, wodurch also nothwendig die Schifffahrt leidet. 2) Da der Hafen von Havre von Zeit zu Zeit mit Kiesel angefüllt wurde, so glaubte man: zwischen demselhen und dem Cap de la Heve drey kleine hölzerne Höfter (auf der Karte bey A, oberhalb der Hafenstrasse angedeutet) anlegen zu müssen, welche den Kiesel aufhalten sollten, und dieses haben sie auch wirklich gethan, wie wir aus der Karte ersehen. Wenn hier Höfter aber dem Zwecke vollkommen entsprechen sollten, so müssen sechs längere Höfter I. II. III. IV. V. und VI. über die Hafenmündung hinaus in die Directionslinie I. VI. angelegt werden. Doch diesen Vorschlag werde ich nachher näher entwickeln.

3) Um den Hafen und die Einfahrt zu reinigen, hat man verschiedene Wege eingeschlagen. Es sind nämlich in den neuesten Zeiten die Hafendämme verlängert worden; man hat die Kiesel ausgeworfen und weggefahren, Baggermaschinen zur Reinhaltung des Hafens erbauet und Spühlschleusen angelegt. Die eine dieser Schleusen lag in der Nähe der jetzigen Schleuse *la Barre*; und hiefs gleichfalls *écluse de la barre*. Die zweyte lag bey O in dem ehemaligen Festungsgraben (im jetzigen Hafen) und die dritte ist diejenige, welche noch gegenwärtig bey L unter dem Thurm Franz I. liegt, und die den Namen *écluse du Perrei* trägt. Die vierte Schleuse, welche zum Spühlen diente, war die Schleuse R am Alten - Bassin und endlich eine auf dem Festungsgraben am Bassin *d'Ingouville* gelegene Schleuse. *Vauban* erkannte, wie unzureichend die kleinen Spühlbusen dieser Schleusen waren (sie bestanden in den verschlammten Festungsgräben) *) und er liefs defswegen von Harfleur ab einen Canal nach Havre ziehen, der zugleich zum Spühlbusen dienen und den Flufs de Montivilliers aufnehmen sollte. Dieser Canal hat aber nie eine beträchtliche Wassermenge geführt, ist jetzt auch verschlammt und mit Recht verlassen.

4) Belidor meynte, dafs man auf den *Vaubanschen* Plan fortbauen und die Wassermenge des erwähnten Canais durch einen Zuflufs aus dem Flusse *Lézarde*, der durch Harfleur fliefst, vergröfsern sollte, um den Effect der Spühlung zu verstärken. (Arch. II. S. II. §. 538.) Er hält ferner die Anlage zwoer Verzäunungen in der Richtung der Hafendämme, die eigentlich eine Verlängerung derselben seyn sollten, und die Austiefung der Festungsgräben für zweckmäfsig. **) Wird aber erwogen, dafs

*) Die alte Schleuse de la barre war zu weit von der Hafenstrafse entfernt, und zu klein, und selbst das jetzige Bafsin de la barre ist zum Spühlbusen zu klein. pag. 525. I. B.

**) Belidor bemerkt, wie das Privatinteresse der Commandanten, welche fischreiche Festungsgräben für ihre Tafeln und zum Verkauf haben wollten, nur äussert selten den Hafen spühlen liefs. Aehnliche Beyspiele könnte ich anführen, dafs man um der Krebse und der Fische willen fruchtbare Wiesen in

die spühlschleusen zu klein waren und zu weit von der hafenstrasse entfernt lagen; dafs die spühlbusen immer noch zu klein und zu sehr in der länge ausgedehnt waren, dafs der flufs *Lézarde*, so wie die mischung des süssen wassers mit dem meerwasser einen bodensatz, also anschlemmung bewirken mufste (I. B. S. 126.); dafs endlich niedrige verzäunungen, womit die verlängerung der hafendämme bewirkt werden sollte, die geschwindigkeit der ausströmenden ebbe nicht beträchtlich vermehren, wohl aber die einfahrt für den seemann beschwerlicher machen; ja dafs sie den nachtheiligen widerstrom vor der Hafen-mündung, den Belidor wahrscheinlich nicht gekannt hat, nicht stören, noch ihm widerstehen konnten, so ist einleuchtend, weswegen die Ingenieure ganz andere vorschläge entworfen, und in ausführung gebracht haben.

§. 60. Der neueste zustand der Hafenmündung, der bafsins und die verbesserungsvorschläge sind in der that für den hafenbau wichtig genug, um sie ausführlicher mitzutheilen. Ich werde dieselben raisonnirend darlegen, und sie mit einer erörterung begleiten. Folgendes renvoi zeigt in beziehung auf T. 59. die merkwürdigsten werke des hafens von Havre:

E. jettée du nord-ouest.	Nordwestlicher hafendamm.
A. jettée du sud-est.	Südöstlicher hafendamm.
V. Tour de françois I.	Thurm franz I.
D. Tour de vidame.	Thurm von vidame.
3. 4. plan incliné et à claire-voie.	Durchsichtiger holzbau mit einer schiefen fläche dahinter.
I. écluse de chasse.	Spühlschleuse.
Retenue de la floride	Spühlbusen von Floride.
L. écluse de perrei.	Schleuse, genannt die schleuse perrei.
Avant-port.	Vorhafen.
B. Plan incliné.	Schiefe fläche, um die wellen zu brechen.
Port.	Gegenwärtiger hafen.
O. P. Extension du port.	Erweiterung des hafens.
Vieux bassin.	Altes bassin, worin die schiffe liegen.
R. grand écluse du vieux bassin.	Grofse schleuse des Alten-bafsins.
écluse de la barre.	Schleuse von dem bafsin *de la barre* genannt.
U. écluse Josephine pour la communication du bassin de la barre avec celui d' Jngouville.	Josephine-schleuse, welche die communication zwischen dem bafsin *de la barre* und dem bafsin d' Ingouville bildet.
Y. entrée du canal de harfleur.	Einmündung des canals von harfleur.

moräste verwandelt hat. Selbst die pontinischen Sümpfe sind des fischfanges der Aristocraten wegen vergröfsert worden!

écluse de la communication ou d' Ingouville.	Verbindungsschleuse oder schleuse von Ingouville.
h. Batiment de la romaine.	Gebäude von romaine.
i. Citadelle ou quartier - militaire.	Citadelle.

§. 61. Nach diesen Erklärungen komme ich auf die Hafenstrasse vor Havre zurück. 1) Betrachten wir die oben beschriebenen Durchfahrten, so ist es einleuchtend, dafs zwischen der Bank *les hauts de la rade* und den Leuchtthürmen sich zwey Fluthstromrinnen (das sind die zwey Durchfahrten) und also auch zwey Fluthströme sich begegnen und dafs ein dritter strom, durch den Pafs von le Hoc kommend, diesen vereinigten strom der zwey Durchfahrten, in der Queere seines Laufes vor Havre antrifft. Da dieser mächtiger ist, und früher eintritt, als jener, so hat er die Ueberwucht, und verursacht unweit der Hafenstrasse einen widerstrom, den die Franzosen *verhaule* nennen. Dieser widerstrom wird noch befördert von der concaven Gestalt des Ufers zwischen der Hafenmündung und dem cap la Heve. Er trägt auch zum Angriff dieser concave, bey nordwestlichen stürmen, wesentlich bey. Sie selbst aber ist eine mitwirkende Ursache zur Erhöhung des Bettes in der Nähe der Hafenmündung, weil sie den widerstrom einnimmt. Je gröfser diese concave ist, desto mehr wird also das cap von Heve abnehmen, desto ausgedehnter wird die Kieselmasse seyn, welche von dem abgeflächten cap ab vor dem Hafen vorbey und nach der spitze von le Hoc hinrollt; und auch diejenige, welche sich in des Hafensmündung lagert. Da die Natur nie stehen bleibt, so könnte man die Frage aufwerfen, was alsdann aus Havre werden würde, wenn diese concave nach der Meinung des Ingenieurs *Lamblardie*, der ihre zunahme zu betrachten, Gelegenheit hatte, dergestalt sich vergröfserte, dafs sie um Havre herum dem Meere einen Durchgang verschaffte? Wenn indessen diese vorstellung noch lange nicht in wirklichkeit kömmt: so scheint doch die Ausfüllung der concave zur verbesserung des Hafens, so wie zur Erhaltung des Ufers nöthig zu seyn, und in dieser Hinsicht wird es rathsam, nach meinem vorschlage, sechs Höfter I. II. III. IV. V. VI., an der wurzel der springfluth gleich und an der spitze 2 Fufs über das ordinäre niedrige wasser zu legen. In der That scheinen mir an keiner stelle des Meerufers perpendiculäre Buschsteinhöfter vortheilhafter als hier zu seyn, da die Kiesel den zwischenraum anfüllen werden. Auch können sie nicht kostbar fallen, weil man sich der strandkiesel statt der steine und insbesondere zu den innern Lagen, auch zu der obern Decke zwischen verzäunungen, bedienen kann; aber der vordere Theil dieser Höfter mag mit grofsen Granitblöcken beschwert werden. Die oberfläche bilde bis zum niedrigen Meer einen Bogen, dessen Radius die Mitte des werkes durchschneidet und um das doppelte der Höhe, um welche es über dem strande liegt, grofs ist. Auf 3 Fufs Böschung wird ein schuh Höhe hinreichend seyn, weil auf solcher flachen Dossirung die strandkiesel liegen bleiben und die wellen keinen heftigen Angriff darauf ausüben können, welches insbesondere der Fall bey solchen

werken ist, die sich Landwärts erheben, wie diese vorgeschlagene Höfter. Anfänglich wird das Höft No. VI. angelegt werden müssen. Wenn dann zwischen demselben und dem Hafendamm der Raum ziemlich mit Kiesel angefüllt ist, so mag das Höft No. V. aufgeführt werden, sofort das Höft No. IV. u. s. w. Auf diese Weise wird man den schädlichen Widerstrom gänzlich von der Hafenmündung entfernen, indem man ihm keine Ausdehnung längs dem concaven Ufer gestattet. 1. B. S. 218. Es wird daher der Kiesel, welcher nicht nur diese Mündung unaufhörlich verstopft, sondern der auch die Seinemündung anfüllt und also die gefährlichsten Folgen bereitet, nicht mehr nach Havre hinauf gewälzt werden. Werden diese vorgeschlagene Werke nicht auch das Fahrwasser zwischen der Bank *les hauts de la rade* und dem Gestade vertiefen, indem sie die Geschwindigkeit des Fluthstromes vermehren, und den Widerstrom aufheben? Und wird sich alsdann das Gestade zwischen Havre und dem Cap von la Heve nicht demjenigen Zustande nähern, in welchem es vor einigen Jahrhunderten war, wo die Seinemündung noch nicht so mit Sand und Kieselbänken angefüllt war? Man denke sich das Cap von la Heve vom Meer zerstört, und es ist klar, dafs alsdann der Fluthstrom vor der Seinemündung vorüberziehen; nicht mehr mit solcher Geschwindigkeit und Masse in die Seine eindringen kann als gegenwärtig. Hieraus folgt also, dafs die Verrückung des Ufers zwischen Havre und dieses Cap in das Meer hinein eine Verbesserung des gesammten nautischen und hydrotechnischen Zustandes der Seinemündung ist; folglich die vorgeschlagenen Höfter einen erwünschten Effect hervorbringen müssen.

2) Wir kommen nun zu einem andern Widerstrome: Derselbe ist ein Theil des grofsen Widerstroms, nur dafs er vor der Hafenmündung Kreise beschreibt, die in der Hafenstrasse den Kiesel bey E (siehe den Plan von Havre Tab. 59.) und auch wohl weiter hinauf deponiren, und dessen Masse so bedeutend war, dafs man jährlich 30000 Livres anwenden mufste, um ihn fortzubringen. Diese Wirbel mufs man also zu zerstören suchen. Sie entstehen, weil der Nordwestliche Hafendamm zu weit vor dem Südöstlichen hervorgeht. An jenem stossen sich also die Wasserfäden des grofsen Widerstromes, machen sonach vor seiner östlichen Wand einen Aufstau, und drehen sich bey E in Wirbel, wo demnach die Kiesel sich lagern müssen.

3) Gesetzt es sey die Ursache, welche diesen Widerstrom macht, gehoben; so wird doch die Fluth einen ähnlichen erzeugen, weil ihre Direction vor der Hafenmündung vorübergeht, und der Fluthstrom ein zu weites Profil findet. Um diesen Widerstrom gänzlich zu vermeiden, mufs der südöstliche Hafendamm so weit verlängert werden, als er auf T. 59. roth bezeichnet ist. *) Auf diese Weise wird die Mündung der Hafenstrasse nur 180 Schuh weit seyn, wiewohl sie zuvor 210 Schuh zur Weite

*) Man hat auch vor dem nordwestlichen Hafendamm einen Ansatz anbringen wollen, der mir nicht zweckmäfsig zu seyn scheint, weil er das Einlaufen derjenigen Schiffe, die durch den nordwestlichen Pafs von See kommen, erschweren würde.

hatte. Bey diesem Vorschlag kommen die im I. B. S. 624 bis 628 erörterten Maximen in Anwendung! Es wird nämlich a) das Profil der Hafenstrasse, welches bey der Spühlschleuse *J.* 222 Schuh mifst, bey der Hafenmündung um 42 Schuh geschmälert, folglich kann der aus dieser Schleuse und der Schleuse *L* (*Perrey*) stürzende Fluthstrom die Hafenstrasse besser austiefen, zumal sie nur eine Länge von 270 Schuh von diesen Schleusen angerechnet erhalten wird; b) durch diese allmählige Zusammenziehung der Hafenstrasse gegen den Hafen zu, können sich auch die dahin einrollenden Wellen ausdehnen, daher an Höhe abnehmen; c) länger als der südöstliche mufs der nordwestliche Hafendamm defswegen seyn, weil darauf sowohl der Fluthstrom als die Strandkiesel anrollen. B. I. S. 628. Wenn man sich den vor der jetzigen Hafenmündung statt findenden Widerstrom fortdauernd so gedenkt, wie er gegenwärtig sich dreht; so wird die Ueberzeugung begründet: dafs derselbe die Wirkung des Spühlstroms zu vernichten strebt, welcher letztere sich überdiefs um den kurzen Hafendamm, der nur bis *A* geht, umbiegt, und in ein fast unbegränztes Profil (in die Seine) fällt. Es ist sonach kein Wunder, dafs sich bey *E*, vor dem nordwestlichen Hafendamm eine Kieselbank fortdauernd anhäuft. Daher mufs der südöstliche Hafendamm soweit verlängert werden, dafs er dem Einlaufen der Schiffe nicht nachtheilig wird. Weil nun, nach der allgemeinen Behauptung der Seefahrer zu *Havre*, die Mündung der Hafenstrasse eine westsüdwestliche Richtung erhalten mufs, da die heftigen Winde nach ihn hin nur eine Stunde über anhaltend wehen, folglich die Schiffe nicht Gefahr laufen, mit einer grofsen Geschwindigkeit in den Hafen und gegen dessen Kay's angetrieben zu werden, so habe ich dem Ende der Verlängerung des südöstlichen Hafendammes eine südwestliche Richtung gegeben. Wird endlich in Erwägung gezogen, dafs die oben vorgeschlagenen perpendiculären Höfter I bis VI. einen geradlinigten Strand hervorbringen, folglich einen Widerstrom vor der Mündung der Hafenstrasse nicht zulassen; so wird das Einlaufen der Schiffe durch die Verlängerung des südöstlichen Hafendammes nicht nur nicht beschwerlicher gemacht, sondern vielmehr noch erleichtert werden. Dadurch, dafs die Hafenstrasse, sich oberhalb erweitert, wird das Einlaufen der Schiffe auch erleichtert, indem die Wellen in dem Verhältnifs sich erniedrigen, als die Profile sich vergröfsern. Wie weit aber die Verlängerung des südöstlichen Hafendammes bewerkstelliget werden könne, ohne ein Hindernifs für das Ein- und Auslaufen der Schiffe zu werden, das wird sich zum besten entscheiden lassen, wenn wir das Manövre des Ein- und Auslaufens eines Schiffes beschreiben: a) Ein Schiff, das während der Fluth in diesen Hafen einläuft, trift gegenwärtig vor dessen Mündung den oben beschriebenen Widerstrom, der es gegen Ostsüdost treibt, und nachdem es über eine stille Wasserfläche gedreht ist, führt es derselbe nordwestlich und so langsam in die Hafenstrasse. b) Läuft das Schiff aber beym fallenden Wasser ein, so macht der Ebbestrom und Widerstrom nur einen Wasserzug aus, welcher es gegen Westnordwest, also in den Hafen eintreibt. c) Segelt ein Schiff bey

fluthendem Meer aus dem Hafen, so trifft es, indem es den Kopf des südöstlichen Hafendammes vorbey lavirt, jenen Widerstrom, der es nordwestlich führt; es geht alsdann queer über ein stilles Wasser, und kömmt in den Hauptstrom, der es nach Ostsüdost treibt. Bey dieser Analyse mufs noch angemerkt werden, dafs die Geschwindigkeit des Widerstromes und des Hauptstromes, der in die Seine (in der Nähe der Hafenmündung) statt findet, geschwächt wird, je nachdem er sich seinem hohen Stande, das ist, dem Stillstande nähert, und dafs sie beynahe so grofs ist, dafs ein Schiff über die Kieselbank E nicht hinüberfahren kann, wenn der Wind nicht günstig in die Segel bläfst. d) Aber nicht allein das *Einlaufen* der Schiffe müssen wir kennen, um über die Verlängerung dieser Hafendämme zu entscheiden, sondern auch das *Auslaufen.* Da die Direction der Hafendämme westsüdwest seyn soll, und die zwo Winde, mit denen der Seemann dicht unter dem Winde *) aus dem Hafen segeln kann, aus Nordwest und Süden wehen, so hat es keine Beschwerden, bey allen solchen Winden, die zwischen diesen zwo Windstrichen blasen, auszusegeln, wenn der Seemann nämlich von Norden nach Süden steuert. Das Aussegeln wird aber zum beschwerlichsten beym süd-südwestwinde, weil das Schiff alsdann südöstlich lavieren mufs, um die Bank E, nach der angedeuteten Linie *g w*, zu meiden. Damit das Schiff diese Bank nicht berühre, so mufs auf den Kopf des nordwestlichen Hafendammes ein Ankertau um eine Erdwinde befestiget werden; vermittelst desselben und der Steuerung wird es einen Bogen *w. w.*, dessen Halbmmesser 60 Toisen gleich ist, beschreiben. Das Schiff wird auf diese Weise in den Widerstrom hineingeführt, welcher es in den Hafen bringt. Da es nun in diesem Kreise durchaus kein Hindernifs antreffen darf: so wird dieser Kreis als eine zwote Grenzlinie für die Erweiterung der Hafenmündung, und also in Hinsicht der Verlängerung des südöstlichen Hafendammes, angesehen werden müssen. Also kann sie bis zu dem Puncte *w* gehen. e) Haften die Seefahrer dafür: dafs zu dieser Drehung ein gröfserer Kreis erforderlich sey; so könnte man anfänglich selbst die Länge eines Kabeltaues, oder 600 Schuh gestatten, wo sodann die Verlängerung des Hafendammes nur bis zum Puncte *x* gehen wird. Die Erfahrung dürfte jedoch zeigen, dafs die Vertiefung der Hafenstrasse bis zum Puncte *w*, eine Verengung derselben nothwendig macht, und dafs dadurch auch der Widerstrom, welcher die Stoffe vor die Mündung bringt, aufhört.

§. 62. Aus diesem Raisonnement sehen wir demnach 1) dafs bey der Anlage eines Hafens auf das Ein- und Auslaufen der Schiffe mit gröfster Sorgfalt geachtet werden mufs; 2) dafs bey der projectirten Verlängerung des südöstlichen Hafendammes lediglich auf den fehlerhaften Zustand der Mündung, oder auf die darin liegende Kieselbank E gerechnet ist, und dafs also auch diese Verlängerung der Hafendämme weiter festgesetzt werden kann, sobald die Erhöhung und Zunahme der Kieselbänke von

*) Das ist unter einem Winkel von 67° 30′ mit der Direction des Windes selbst. Die Franzosen heifsen das: aller au plus près.

den oben vorgeschlagenen Kunstmitteln verhindert wird. Alsdann werden diejenigen Schiffe, welche sich eines Ankertaues oder der Erdwinde bedienen, um in die Hafenstrasse einzulaufen, nicht um ein ganzes Cabeltau den Bogen *r s* machen dürfen, sondern dieses Tau kann, nach Maſsgabe als die Bank *E.* abgeflächt ist, so kurz seyn, daſs das Schiff einen Bogen von *G* nach *w* beschreibt, um nicht gegen die nordwestliche Hafenwand anzustreichen.

§. 63. Die *Vorkehrungen*: um die Wogen in der Hafenstrasse und den Hafen zu mäſsigen, verdienen noch besonders angezeigt zu werden. In den S. 628. I. B. aufgestellten Grundsätzen ist nämlich angenommen, daſs jede Hafenstrasse sich Hafenwärts erweitern, und seewärts verengen soll, um mittelst dieser gröſsern Ausdehnung, die Wellen und ihre Erhebung zu mäſsigen. Dieser Grundsatz kann bis gegen den Thurm Franz I. (bey *L*) nicht ohne ungeheuere Kosten, zur Ausführung kommen, weil damit der Abbruch der Mauern auf beyden Seiten verknüpft wäre; wohl aber kann man ihn weiter Hafenwärts befolgen. Dieſs ist auch durch die Seitenausdehnung des Hafens *O P* geschehen.

Da bey den Häfen von Dieppe, Ostende und andern Häfen, die Durchsichtigen-Holzwände einen erwünschten Effect hervorgebracht, d. i. die Wellenbewegung in den Hafenstrassen gemäſsigt haben, so machten die französischen Ingenieurs den Vorschlag, die Hafenwände von Havre, von 1 bis 2 und von 4 bis 3, wo sie jetzt aus einer massiven Mauer bestehen, abzubrechen, bebrückte durchsichtige Holzbauwerke (clair-voies) anzulegen, und hinter diesen das Terrain *H* bis zur niedrigsten Ebbe auszutiefen, und solches mit einer schrägen Fläche enden zu lassen. So sehr ich auch den Vortheil solcher *clair-voies*, um die Wasserfläche zu beruhigen, zugestehe, so muſs ich doch bekennen, daſs mir die Vortheile derer hier vorgeschlagenen, nicht einleuchten wollen. Wenn ich die Ecken der Hafenstraſsen und ihre Enge zwischen *L D* betrachte, und das Manövre des Ein- und Auslaufens der Schiffe mir denke: so scheint es klar zu seyn, daſs die Schiffe mit ihrem Bugspriet fast nicht von den *clair-voies* entfernt genug gehalten werden können, insbesondere, wenn der Wind hart weht, und die Wellen in den Hafen einlaufen. Es könnte also leicht, nach den Erfahrungen der Seeleute das Bugsprit in die Holzwand hineinstechen, und groſses Unglück für die Schiffe entstehen. Ausser dieser Rücksicht aber spricht noch ein anderer Umstand gegen diese Einrichtung. Es soll nämlich, nach dem bewilligten Plan des Hafens, bey *I* eine Spühlschleuse angelegt werden, die gewiſs die Kieselbank *E*, an dem nordwestlichen Einfahrtsdamm liegend, abflächen und fortspühlen wird, sobald man den südöstlichen Hafendamm bis *w* verlängert haben wird. Der Strom, welcher aus dieser Spühlschleuse schieſst, muſs nothwendig mit groſser Geschwindigkeit strömen, da hier nicht nur die Fluth über zwanzig Fuſs steigt, sondern auch die Oberfläche des *Spühlbusens* (Retenue de la Floride), sehr groſs ist. Das durch diese Spühlschleuse schieſsende Wasser wird sich daher seitwärts durch die *clair-voies* 1. 2. und 3. 4.

ausdehnen, mithin, wenn diesen ihr massiver Fufs nicht der Fluth gleich liegt, Widerströme erzeugen. Ein gleiches gilt in Rücksicht der Schleuse *Perrey* L. 3. 4. Ist nun endlich jetzt keine Klage von den Schiffern über die Wellen, welche in die Hafenstrasse auflaufen, geführt worden, *welches der Fall ist*, so dürfte es rathsam seyn: die vorgeschlagenen durchsichtigen Werke nicht ausführen zu lassen. Eben so wenig würde ich zu denen, welche bey N im Hafen selbst angelegt werden sollen, rathen, weil sie ja den Hafenraum einschränken, und eine Unregelmäfsigkeit, also Widerströme und Bodensatz erzeugen. Defswegen hat man bey B eine schiefe Fläche angelegt, worüber die Wellen fallen. Es müssen also die im *Vorhafen* steigenden Wellen an Höhe abnehmen, sobald sie sich zum Theil über diese letztere schiefe Fläche ausdehnen.

§. 64. *Die neuesten Verbesserungen des Hafens* zu Havre bestehen vorzüglich aus folgenden Anlagen und Bauwerken, deren Zweck ich gleich mit angeben will. 1) Nachdem die Ingenieurs erwogen hatten, dafs die Leitung des Flusses *Lézarde* mittelst eines Canals zu einem Spühlbusen, nicht zweckmäfsig sey, so beschlossen sie, die Spühlschleusen, welche die Kieselbänke von der Mündung des Hafens fortspühlen sollten, näher an dieser Mündung zu legen, und diejenigen, welche den Schlamm aus dem Hafen fortspühlen sollte, dergestalt zu placiren, damit das aus ihr stürzende Wasser der Direction des Hafens folgte. *) Zu diesem Zwecke legten sie die Schleuse *la Barre* an, zu jenen projectirten sie die Schleuse bey *J.* Jene Schleuse war i. Jahr 1800 beynahe vollendet, diese aber noch nicht angefangen. Die Schleuse la Barre dient mittelst der grofsen Durchfahrt zur Pafsage für die Schiffe und mit den Seitenöffnungen, welche durch Fallthore verschlossen werden, zum Spühlen. Sie hält also das Bassin de la Barre zu einer zum Spühlen und zur Stationirung der Schiffe nöthigen Höhe. 2) Soll in dieses Bassin auch das Binnenwasser des Canals von Harfleur eingelassen werden, so wird eine bey *y* anzulegende Schleuse dieses zulassen. An der Aushebung des Bassins wurde im July 1800, als ich den Hafen untersuchte, gearbeitet, und der Theil *c d* des Kays war fundirt, aber noch nicht vollendet. Ueber die Schleuse de la Barre wird eine von dem jetzigen Ingenieur en Chef *la Paire* erfundene Drehbrücke angelegt. Der Thätigkeit und den Kenntnissen dieses Ingenieurs haben auch die neuesten Anlagen von Havre ihre vortreffliche Ausführung zu verdanken. 3) Das Bafsin *d' Ingouville*, ou le Bafsin du commerce, ist bestimmt, um die Kauffahrer aufzuneh-

*) Die Stoffe oder Materialien, welche dem Hafen von Havre verstopfen, und die Bassins erhöhen, sind dreyerley: erstlich ist es der Strandkiesel, zweytens Sand, den die Fluth in den Hafen hineinführt, und endlich ist es der Schlamm oder Schlick, den entweder das Meer von den Falaisen abspühlt, oder welcher von der Mischung des süssen Binnenwassers mit dem Meerwasser entbunden wird. Die Masse dieses Schlammes ist sehr beträchtlich, denn die neuen Bassins sind darin gegraben, und Havre liegt zum Theil auf Schlick - und Thonschichten. Dieser Anschlammung wegen sah man sich genöthigt, Baggermaschinen und Spühlschleusen anzulegen. So hat z. B. der Ingenieur Castain einen Flofs oder Ponton erfunden, um diesen Hafen rein zu halten. Dergleichen Vorrichtungen kosten aber viel Unterhaltung und sind von keinem sonderlichen Effect, gegen die zweckmäfsig angelegten Spühlschleusen.

men, deſswegen muſs es eine hinreichende wasserhöhe haben. Um darin das wasser zu einer Höhe von 21 Fuſs, bey der ordinären Fluth zu halten, waren zwey schleusen nöthig: die eine zwischen dem Bassin de la Barre bey *U*, *Josephine*-schleuse genannt, wenn mit der schleuse de la Barre gespühlt wird, und die andere schleuse heiſst *Verbindungsschleuse* (écluse de la communication T. 69. 70. und 71.), welche man verschlieſst, während die schleuse R des alten Baſsins geöffnet wird. Die verbindungs-schleuse war schon 1800 vollendet, die Josephine-schleuse war noch nicht angefangen, aber sie ist jetzt auch vollendet. Sie ist 42 schuh weit, wie die verbindungsschleuse und hat vom ober - bis zum unterhaupte eine Länge von 102 Fuſs. Auch war 1800 das Bassin d' Jngouville nur zu $\frac{2}{3}$ ausgehoben, weil die Josephin-schleuse erst aufgebauet seyn muſste, bevor dasselbe vollkommen ausgegraben werden konnte. Ueber die verbindungs-schleuse liegt die vom *Lamblardie* erfundene Aufwindbrücke (Pont à Bascule), welche anderswo beschrieben werden wird *). Ihre Bewegung habe ich mit vergnügen beobachtet. 4) Das *Alte*-*Bassin* (vieux Bassin) wird mittelst der von *Vauban* angelegten schleuse R zu einer für die Kauffahrtheyschiffe nöthigen wasserhöhe hoch genug erhalten. 5) Die Hafenstrasse wird mittelst dreyer spühlschleusen gereinigt werden, nämlich durch die bey *J.* anzulegenden spühlschleuse und die schleuse *Perrey* bey L, welche drey Oeffnungen, jede von sechs Fuſs hat, und endlich durch die schleuse *la Barre* mit zwey darin angebrachten Nebenöffnungen, wovon jede 4 mètres weit ist. Also wird die spühlung der Hafenstrasse vortrefflich seyn: denn die unterste schleuse *J.* wird selbst von der projectirten Hafenmündung nicht 900 Fuſs entfernt liegen, und ihr spühlbusen oder das Bassin von Floride, welches bey den ordinären Fluthen 54000 Cubikklafter wasser hält, ist hinreichend groſs! In einer solchen Entfernung können nun die spühlschleusen, wenn der spühlbusen groſs genug ist, einen guten Effect auf die runden Strandkiesel, welche eben wegen ihrer Gestalt leicht beweglich sind, leisten, welches wir an den schleusen von Trèport (T. 62.) sehen; wiewohl dabey der ungünstige Fall eintritt, daſs vor ihnen der Hafen liegt, in welchem sich die aus dieser schleuse stürzende wassermasse ausdehnt; also an ihrer Geschwindigkeit in der Hafenstrasse sehr verliert. Um wieviel stärker muſs aber nicht der Effect dieser spühlschleusen bey Havre seyn, wo ein solcher ungünstiger umstand niaht eintritt? Der Effect solcher schleusen hängt indessen vorzüglich von einem groſsen spühlbusen ab. Ein solcher ist nun in den Bassin von *la Floride* angelegt, der eine oberfläche von 12600 Quadrat-Toisen miſst. Bey der ordinären Fluth wird in ihm das wasser 20 Fuſs hoch stehen.

§. 65. *Havre* ist also für den Ingenieur einer der lehrreichsten seehäfen. Hier finden wir die Kunst in hoher vollkommenheit angewendet, nicht nur in Hinsicht der Distribution aller werke, sondern auch der Ausführung. Die Mauern, die Schleusen

*) Ich besitze von dieser Brücke ein sauber gearbeitetes Modell als ein Geschenk von der Ingenieurschule des Brücken - und wegebaues zu Paris.

und Brücken sind meisterhaft construirt, und die Schleusen unterscheiden sich in ihrer Construction von den bisher aufgeführten sehr. Daher wird es lehrreich seyn, hier noch die Größe der Baßins, so wie des Hafens und die Weite der Schleusen, welche letztere beym Schleusenbau näher beschrieben werden, anzugeben. Zur Uebersicht will ich die Größe einiger Bauwerke und Anlagen tabellarisch darstellen, wie ich sie in Havre aufgeschrieben habe.

Die Oberfläche des Hafens und des Baßins.	In Quadrat-Toisen	Sie fassen Kauffahrteyschiffe	
1) Des ehemaligen Vorhabens (Avant-Port.) . .	22000	146	
2) Des in der Ausführung begriffenen Hafens O. P.	30000	200	
3) Des alten Bassin für Kauffahrer	3400	40	
4. Des Bassins Ingouville .) für Fregatten bestimmt.*)	14000	120)	oder 40 Fregatten.
5. Des Baßins de la Barre)	12600	110)	
Oberfläche der Bassins und der Häfen	82000 Quadr. Toisen.	616 Anzahl der Schiffe.	

Auf den Schleusendrempeln wird das Wasser stehen (also auch in den Baßins) zum wenigsten zur Höhe

	Namen der Schleusen.	Bey der Springfluth. Fuſs.	Bey der Springfluth. Zoll.	Bey der ordinären Fluth. Fuſs.	Bey der ordinären Fluth. Zoll.	Bey der niedern Fluth. Fuſs.	Bey der niedern Fluth. Zoll.
Schleusen zum Durchlassen der Schiffe.	Schleuse R des alten Baßins	19	10	17	7,5	11	6
	— de la *Communication* . . .	22	3,0	19	11,5	13	11
	— *de la Barre* mittlere oeffnung	23	2,3	20	10,8	14	9
	Josephine-Schleuse U.	24	6,0	22	2,5	16	1
Spühlschleusen.	Schleuse *Perrey L.*	21	6,9	19	3,10	13	1,9
	Ehemalige und abgebrochene Schleuse de la Barre	18	6,3	15	8,8	9	7,3
	Schleuse I. im südöstlichen Hafendamm	21	1,0	19	11,5	13	3

*) In dem Bassin de la Barre, welches im Jahr X die ersten Fregatten aufnahm, werden längs dessen Kay zehn dergleichen Schiffe liegen können, jedoch nur Bord an Bord.

Ferner bemerke ich, daſs zur Zeit zwischen den Hafendämmen die Tiefe 22 Fuſs beträgt, wenn auf dem Drempel der neuen Schleuse la Barre 17 Fuſs Wasser steht, und daſs alle auf der Karte punctirten Vierecke mit der Zeit mit Häuser bebauet werden sollen. Alsdann wird *Havre* eine der schönsten Seestädte seyn!

§. 66. Endlich glaube ich noch anführen zu müssen, daſs der genannte Inspector Ceſsart (Description - hydraulique de Cessart Tome I. pag. 257.) im Jahre 1781 den Vorschlag machte: eine neue Hafenstrasse in der Richtung O P (Siehe die groſse Karte der Seinemündung Tab. 59.) anzulegen. Er ſuchte diesen Entwurf dadurch zu rechtfertigen a) daſs der Wind in dieser Richtung nicht bedeutend sey, b) die Schiffe sich hier besser als in der jetzigen Hafenstrasse vor Anker legen könnten, und endlich c) daſs, da die Fluth zwey Stunden stille steht, also länger bey Havre, als in den übrigen Häfen des Canals dauert, die Schleusen sich leichter schlieſsen und öffnen lassen würden, als gegenwärtig, wo die Richtung der durch die Hafenstrasse anlaufenden Fluth auf die Schleusen - Thore geht. Gegen diesen Vorschlag kann allerdings angeführt werden 1) daſs die Hafenstrasse noch weiter über die Untiefe hin hätte verlängert werden müssen, als Cessart ihre Länge bestimmte, folglich groſse Kosten entstehen werden. 2) Würden die aus der Seinemündung kommenden hohen Wellen auf dem Kay, längs der Stadt anfallen. 3) Würde die Spühlzeit, in welcher mit dem alten Baſsin und dem Baſsin von Ingouville gespühlt werden könnte, wenn die Verbindungs - Schleuse und die Schleuse *H*, Spühlschleusen wären, kürzer dauern, als die Spühlzeit, die in der jetzigen Hafenstrasse statt findet, weil die projectirte Hafenstrasse dem Strom der Seine entgegensteht, und endlich würde 4) eine groſse Unbequemlichkeit für das Commerz daraus entstehen, wenn mit dem alten Bassin oft gespühlt werden müſste, weil dasselbe von Gebäuden umgeben ist. Daher die darin liegenden Schiffe gegen alle Windstösse gesichert sind, diese Schiffe aber zur Zeit der Spühlung nicht in solcher Anzahl als jetzt Platz finden können. Hiemit sey also die Darstellung des Hafens von Havre beschlossen.

§. 67. *Beschreibung des Hafens von Honfleur an der Seinemündung* Tab. 59. Ich kenne keinen kleinen Hafen, bey welchem so viele Spühlschleusen und Bassins angebracht sind, als bey dem Hafen von Honfleur *) Der *Vorhafen A* ist von dem Hafendamm *c f* (jettée neuve) welcher aus einem mit Steinen gefüllten Holzbau besteht, gedeckt. Derselbe ist von dem Paſsagehafen *B* mittelst des steinernen Separationshöftes *b* (vielle jettée) getrennt. Diesem seine Einfahrt wird westlich von dem Höfte *a* (jettée de la planchette) gebildet, und dieses Höft schlieſst an den Quay *a e d* (Quay de hallage). Des Vorhafens *A* spühlbusen ist das Neue - Bassin *E* (*Bassin neuf*) und die Spühlung wird von der Spühlschleuse 3 worüber eine Drehbrücke liegt, bewerkstelliget. Sie ist zugleich eine Durchfahrtsschleuse mit Stemmthoren, die das Wasser im Bassin *E* zu einer für die Schiffe nöthigen Wasserhöhe hält. Die eigentli-

*) Es werden darin Schiffe von 350 bis 400 Tonnen gebaut.

liche Mündung *a b* des Hafens und die östliche Einfahrt längs dem Höft 2 *b*, wird von der Durchfahrtsschleuse 2, die jener in 3 ähnlich ist, gespühlt. Diese Schleuse 2 hält das Wasser im *Alten-Bassin C* zur orforderlichen Höhe, Also hat der Vorhafen *A* zwey Spühlbusen: nämlich die Bafsins C und E. Einen dritten Spühlbusen D hat derselbe nur alsdann, wenn man die Spühlschleuse 4, welche aus drey Fallschützen, jedes 6 Fufs breit besteht, die mit Rädern aufgewunden werden, und sich so wie die Spühlschleuse 5 öffnet. Dieser Spühlbusen D dient aber auch, welches sich ohne Erklärung von selbst versteht, zum Spühlen der Bafsins C und E. Das letzere Bassin soll in Zukunft mittelst der Schleuse U durch den Canal X gespühlt werden *). Der Hafen B wird von der Spühlschleuse 1 welche zwey Fallthore, jedes 6 Fufs breit hat, gespühlt. Zwischen dem Bassin E, dem obern Theil des Hafens A und der *Seine* besteht das Separationswerk *f g* aus einer massiven Mauer, und bey U liegt der Werkplatz etablirt. Herr *Forfait* sucht die Ursache von der Anschlämmung der Bafsins und Häfen zu Honfleur in der geringen Wirkung der Spühlschleusen auf dem Schlammgrund, und bemerkt, dafs dieser von dem Spühlstrom nur zusammen geprefst, und also fester werde, wenn er auf dem Sande und den Kieselanlagen, welche aus einzelnen Körpern bestehen, den besten Effect ausüben könne. In dieser Behauptung liegt ohne Zweifel viel Wahres, aber defswegen beym Schlammgrunde Spühlschleusen als untüchtig zu erkennen, ist der Sache zu viel gethan. Wenn die Spühlbusen eine hinreichende Menge Wasser fassen, womit eine oder zwey Stunden vor der Ebbe und eben so lang nachher gespühlt werden kann, die Häfen und Bafsins gegen den Spühlbusen und den Schleusen nicht zu grofs und vorzüglich nicht zu lang sind, so können die Spühlströme auch den zähesten Schlickboden fortreissen. Einen überzeugenden Beweis geben folgende Spühlschleusen, als die Spühlschleusen zu *Schiedam* und zu *Gouda* (Tab. 40). Andere holländische Spühlschleusen haben die nämliche schlechte Wirkung als diese zu Honfleur, so z. B. die Spühlschleuse zu *Helvoet*, zu *Midelharnis*, zu *Goederede* (T. 46): Da sind aber eines Theils die Spühlbusen zu klein, andern Theils steht das Wasser in denselben zu niedrig, und endlich sind die zu spühlenden Hafenstrassen zu lang. Man vergröfsert indessen den Effect mit Krabbelars oder eisernen Schlammeggen, welche den Schlammboden aufreissen, wenn gespühlt wird. Diese Maschine sollte man auch zu *Honfleur* einführen!

§. 68. *Beschreibung des Hafens von Fécamp in der Normandie* T. 62. Wenn gleich die Lage dieses Hafens für dem Seehandel nicht geeignet ist, so hat doch die einträgliche Fischerey daselbst ein volles Recht auf die Unterstützung der Regierung, zu solchen Werken, die den Hafen in den bestmöglichsten Zustand bringen können. Die Hafenstrasse ist westnordwestlich, und die Hafendämme *c f* 3 und *b a* 2, welche

*) Nach dem Project, welches 1787 genehmigt wurde, sollte dieser Canal X angelegt und Honfleur auch erweitert werden, wie dieses in dem Plan mit punctirten Linien angegeben ist.

aus einem mit Kiesel gefüllten Holzbau Fig. 27. Tab. 66. bestehen, liegen 8 bis 9 Fuſs über die ordinäre Fluth. Von dem herrschenden Seewinde leiden diese Werke sehr: denn die Seestürme thürmen hier die Wellen gegen das Gestade höher, als bey *Havre* an. So war z. B. der westliche Hafendamm von *f* bis 3, von einer Sturmfluth, auf die Hälfte seiner Länge, und zwar in dessen Mitte *g*, zerstört, und diese Oeffnung *g* war im Jahr 1800, als ich diesen Hafen besuchte, noch nicht wieder hergestellt. Des Hafens, des Spühlbusens E und der Spühlschleusen *d* und *e* Situation wäre vortheilhaft *), wenn der westliche Hafendamm *f* 3 mit einem durchsichtigen Holzbau von *f* nach *c* fortgesetzt würde **), um die Wellen zu mäſsigen, und so den Spühlstrom wirksamer zu machen, mittelst einer regulären Zusammenziehung der Hafenstrasse. Dieser Hafen hat gegen den Wind von dem Kieselstrand ziemlichen Schutz, und kann mittels der Spühlschleuse *e* gespühlt werden; die Hafenstrasse mittelst der zwoten Schleuse *d*. Der Effect des Spühlstromes von dieser letztern Schleuse müſste aber vergrössert werden, wenn das Anlege-Höft *b r* eingekürzt würde. Wiewohl man dafür hält, daſs es die einrollenden Wellen schwächt, so retardirt es doch offenbar den Spühlstrom zugleich, indem es Wirbel und Drehungen des Wassers verursacht, und dann trägt es ja zu seiner eigenen Destruction bey, die eine Folge der Widerströme ist indem sie Unterwaschung dieses Höftes bewirken: also sind die Nachtheile, welche es hervorbringt gröſser als die Vortheile. Um nun die in die Hafenstraſse einrollenden Wellen zu schwächen, wird nicht nur von f nach c, sondern auch von A nach V ein durchsichtiger Holzbau anzulegen seyn. Dann bliebe das Höft *r* zum Theil stehen, und verlöre nur an seiner Spitze eine Länge von 52 Schuh, welches in dem Plan nicht genau ausgedruckt ist. Wollte man aber statt solcher durchsichtigen Werke massive Hafendämme aufführen, so ist es nur zu gewiſs, daſs dieselben die Wellen verstärken müſsten, indem sie diesen keine Ausdehnung seitwärts gestatten, welche bey den durchsichtigen Werken erfolgt.

Da die Köpfe der zwo Hafendämme i. J. 1800 stark beschädiget waren, so sollte man sie mit einem Revettement von Sinkstücken und Steinen decken, und dem südlichen zwanzig Toisen, den nördlichen zehn Toisen verlängern, damit der letztere die aus Nordwest aufrollenden Wogen von des Hafens Mündung abweise. Noch im Jahre 1810 war im westlichen Hafendamm ein Durchbruch: denn nach einem kaiserlichen Decrete vom 20. July sollte derselbe zugebaut, und die Spühlschleuse im Jahre 1811 ausgebessert werden.

Der Spühlbusen E ist zwar groſs und vortheilhaft situirt, aber verbessert wird er, wenn man die darin liegenden Schlick- und Sandplatte g aushebt, wie es das Project ist. Auch soll der Hafen an der westlichen Seite mit einem Kay versehen wer-

*) Jede dieser Spühlschleusen hat zwey Oeffnungen von 15 Fuſs. Sie sind vom Ingenieur Castin erbauet, und ich werde sie beym Schleusenbau beschreiben.

**) In der Karte ist diese projectirte Verlängerung f c als ausgeführt gezeichnet.

den, der die im Plan angegebenen Anlegeplätze oder Höfter erhalten wird. Weil die vorstehenden Mauern Widerströme und Wirbel erzeugen, also auch Versandungen längs einem solchen Kay, und dann die Wirkung des Spühlstromes schwächen, so hat man die zurücktretenden Ufer in schräge Flächen zu Werfte auslaufen lassen wollen, wie ich aus einer Zeichnung sehe. Diefs kann es also nur rechtfertigen, dafs der Kay an diesem Hafen nicht geradelinigt gemacht, und bey c abgerundet werden soll. Wiewohl sich noch mit diesem Hafen, wie ich gezeigt habe, manche Verbesserungen machen lassen werden, so haben ihn doch die Spühlströme ziemlich tief erhalten, und wenn zuweilen die Hafenstrasse, während an den Schleusen gebaut wurde, mit Kiesel verstopft war, so sind diese doch bald von den Spühlströmen fortgerissen.

§. 69. *Beschreibung des Hafens von Dieppe T. 62. Dieppe* — in der Normandie, in der Mitte eines schönen fruchtbaren Thales, gelegen — müfste ein sehr bedeutender Handlungsort werden, wenn von ihm ein Canal bis in die *Oise* geführt würde! Alsdann könnte es den Stapelort für Paris abgeben, jetzt dient es aber nur kleinen Kauffahrtheyschiffen und den Fischerfahrzeugen zum Hafen. Indessen gibt die Fischerey der Stadt doch einen bedeutenden Nahrungszweig: es ist also die Verbesserung der fehlerhaften Richtung der Hafenstrasse sehr wünschenswerth, und erheischt die Unterstützung der Regierung.

Seit dem Jahre 1776 wurden daher Vorschläge zur Verbesserung des Hafens von Dieppe gemacht. Allerdings ist dessen Situation wichtig, weil er nur 24 Stunden von der englischen Küste entfernt, und der einzige Hafen am Canal ist, wo sich das Meer so hoch erhöht, nämlich 30 Schuh bey der ordinären Fluth, und während den Syzigien 32 — 34 Schuh. Man steht in der Meynung, dafs der Flufs Arques, welcher ehemals in der Mitte des Thales seinen Lauf hatte, tief genug war, um Schiffe aufzunehmen. Aber das Meer hat die Falaisen dergestalt angegriffen, dafs die Mündung dieses Flusses gänzlich verstopft ist, und man hat nur mit Kunstmittel eine Fahrstrasse in diesem Thale erhalten, deren westlicher Damm während 80 Jahren mehrere Millionen Livres gekostet hat. Der östliche Holzbau wurde nach und nach vom Meer zerstört, und so reducirte sich die Schifffahrt von Dieppe blofs auf den Häringsfang. Cessart wurde mit dem Ingenieur Lamblardie im Jahre 1776 abgeschickt, um Verbesserungsvorschläge zu entwerfen. Sie hatten gleich bey einem Sturm Gelegenheit zu bemerken, dafs die heftigsten, aus Westen kommenden Winde 34 Schuh hohe Wellen gegen den Hafendamm anwarfen. Dieser Meerdamm wurde mit einer Balkenwand, die man mit Mauerwerk von Werkstücken verband, ausgebessert. Cefsart schätzte die in der Hafenstrasse liegende Kieselmasse zu 8000 Cubickklafter und glaubte, dafs sie nur mittelst einer Spühlschleuse fortgeschafft werden könnte. Es wurden vier Entwürfe gemacht: nach zweyen sollte die alte Hafenstrasse beybehalten werden, und nach den andern zweyen sollte eine neue auf T. 62. zwischen 3. 3. gezeichnete Hafenstrasse angelegt werden.

Die situation der jetzigen Hafenstrasse ist defswegen fehlerhaft a) weil die Mündung nur fünfzig Toisen von der 250′ über das niedrige Meer liegenden Falaise *du Pollet* entfernt ist. Die schiffe, welche also, bey einem mäfsigen sturm, aus westen kommen, um einzulaufen, scheitern an dieser Falaise, wenn sie nicht so glücklich sind, mit Hülfe kurzer Drehung, in die Mündung der Hafenstrasse einzusteuern. So strandeten an der genannten Falaise vom Jahre 1696 bis 1798 mehr denn 49 schiffe; eine Anzahl, die in den stadt-Registern eingetragen ist *). b) Ist die Hafenstrasse **) zu weit; denn es legen sich in ihr Kieselbänke an. Als ich das Local 1800 sah, fanden sich zwey solche Anlagen — über die Fluthhöhe reichend — in *e f* und *f g*. Ueber die Hälfte ist also diese strafse mit Kiesel angefüllt. Ja die spühlschleuse Nro. 16. hat darin das Fahrwasser nur 100 Fufs breit machen und erhalten können. Da nun die schiffe wegen diesen Kieselbänken in einer 100 bis 120 Fufs weiten Bahn gut fahren können und müssen, so wäre diese letztere Breite für die Hafenstrasse selbst hinlänglich gewesen; c) der Boden von der Hafenstrasse, wenn er gänzlich vom Kiesel gereinigt ist, besteht aus Felsen, und liegt 6 bis 7 Fufs über die niedrigste Ebbe; also können tief gehende schiffe in den Hafen nicht einlaufen. d) Die Mündung der Hafenstrafse ist 530 Toisen von der spühlschleuse (16) entfernt. Wenn diese schleuse also auch nicht eingestürzt wäre: so würde sie doch die Mündung nicht von Kiesel gereinigt haben, denn die Erfahrung hat bey den Häfen von Trèport und Fécamp bewiesen: dafs die spühlung der schleusen, wo auf dem Drempel die Fluth 12 bis 14 Fufs hoch steht, solche Kiesel, wie diejenigen, die man bey Dieppe antrifft, nur 270 Toisen weit mit Erfolg forttreiben kann, und man rechnete die jährlich in Hafenstrasse von Dieppe eintretende Kieselmasse 4322 Cubick-Toisen (De Cessart description hydr. p. 153, Tome. 2. Wir sehen also, dafs sich ehemals, selbst die berühmtesten Ingenieure von den spühlschleusen eine zu grofse wirkung versprachen. Zählt man unter diesen nicht den Marschall Vauban? Derselbe projectirte in seinem Plan zur vertheidigung von Dieppe, zwischen den Pfeilern der Brücke Nro. 26. Drehthore zum spühlen des Hafens. Belidor Tom. II. §. 481. e) Ist das Fundament der jetzigen Hafendämme so schlecht beschaffen, dafs man sich nicht getraute mit der spühlschleuse 16 oft, und mit allen Oeffnungen zu spühlen, wenn hohe Fluthen den Effect der spühlung recht vortheilhaft machen könnten, welches ich aus einem vor mir liegenden Journal, das über die spühlzeit geführt ist, sehe. Endlich möchte ich auch zu den Unbequemlichkeiten des Hafens die Lage dieser neuen aber eingestürzten spühlschleuse 16 zählen; denn sie liegt oberhalb dem Hafen, und durfte also bey einem frequenten Commerz nicht oft genug gebraucht werden. Auch läuft der spühlstrom nicht in die Richtung der

*) Memoire relatif au Port de Dieppe p. 136.

**) Sie ist zwischen der Spitze des östlichen Hafendammes und dem westlichen Hafendamm 252 französizösische Fufs und dem durchsichtigen Holzbau gegenüber 240 Fufs breit.

Hafenstrasse; doch diese Schleuse war auf eine totale Verlegung der Hafenstrasse (zwischen 3. 3.) berechnet und angelegt.

§. 70. Das Project der Verbesserungen von den hydrotechnischen Anlagen, welches Cefsart entwarf, ist zwar in einigen, aber nicht in den wesentlichsten Theilen zur Ausführung gekommen, wir wollen es jedoch kurz beschreiben. 1) Die jetzige Hafenstrasse sollte abandonnirt und zugedammt werden, wenn man die neue Hafenstrasse 3. 3. ausgeführt haben würde. 2) Diese sollte die Richtung nach Nordwest zu Norden bekommen. 3) Ihre Mündung 2 sollte eine Weite von 300 Fufs und sie selbst eine Weite von 120′ erhalten. 4) Die beyden Hafendämme wollte man vorne aus einer Mauer, weiter aufwärts, aus einem durchsichtigen Holzbau *d*, T. 67., der vier Fufs über die Ebbe angehen und auf ein Mauerwerk stehen sollte, bestehen lassen. 5) Zwischen demselben sollten massive Pfeiler errichtet werden, wie diefs im Grundrisse angedeutet ist. 6) Hinter diesem Bau sollte eine schräge Fläche 5. 3. angelegt werden, mit 8′ Böschung auf jeden Fufs Höhe, etwa wie die citirte Figur zeigt. Die schräge Fläche wollte man, um solche gegen das Ausspühlen zu sichern, mit Kiesel bewerfen oder auch mit Verzäunungen versehen. F. 4. T. 64. Auf diese Weise würden sich die in der Hafenstrasse eingerollten Wellen durch die Clair - voies in den Räumen dahinter ausbreiten, und ihre Höhe und Stärke verlieren. Also wäre von dieser Vorkehrung für die Hafenstrasse und dem Vorhafen 4 eine grofse Verbesserung zu erwarten gewesen. 7) Der westliche projectirte Hafendamm (auf der Karte punctirt Tab. 62.) sollte bis zur jetzigen Linie des niedrigen Meeres hervortreten und in der Hafenstrasse eine concave, meerwärts aber eine convexe Form erhalten. Um mittelst dieses Dammes den Brandungen besser zu widerstehen und dem Spühlstrome eine concave Wand darzubiethen, welche ihn anlockte, damit er die sich lagernde Kiesel fortrollen könnte. Auch würde der westliche Hafendamm, vermöge seiner Concavität, den Hafen und die Spühlschleuse gegen die anrollenden Wellen besser gedeckt haben, als wenn die Hafenstrasse geradlinigte Wände erhalten hätte. 8) Der östliche Hafendamm sollte um 50 Toisen zurücktreten, um den Schiffen eine solche Oeffnung darzubiethen, die zum Einlaufen alle Bequemlichkeit gewährte. Die Ingenieurs Lamblardie und de Cefsart waren, wenn ich nicht irre, die Projectgeber. Sie hatten in dem Local, wo die neue Hafenstrasse hinkommen sollte, Grundbohrungen gemacht, und sich überzeugt, dafs daselbst nur Kiesel und Sand bis zur niedrigsten Ebbe und tiefer herab lagen, demnach eine Austiefung von 6 bis 8 Fufs unter dem Boden der jetzigen Hafenstrasse zu bewirken sey. Auch belehrte sie die Geschichte, dafs die neue Hafenstrasse offen und tief durch diese Kunstmittel zu erhalten sey; denn vor einigen Jahrhunderten war das Meerufer mehr landwärts gewesen, und die Hafenmündung hatte sich zwischen *f c* befunden; also hatte die Natur einen Kieselstrand angelegt, den die Kunst auch wieder wegzuführen vermag.

Die Hafenmündung hatten die Projectgeber nur 275 Toisen von der Spühlschleuse 16 entfernt, um die Hafenstrasse tief erhalten zu können. Die Hafendämme würden zugleich zum Ziehweg gedient haben, wenn die Schiffe bey contrairen Winden mit Ankertaue in die Hafenstrasse ein - oder ausgezogen werden mufsten. Die Schiffe, welche bey hartem Winde einlaufen, würden in dem Vorhafen 4 gleich eine Wasserfläche, auf der sie sich bewegen konnten, ohne an die Kays zu stossen gefunden haben. Jetzt liefs man vor Aushebung der Hafenstrasse den Spühlbusen Nro. 15. ausgraben, so wie den Flofs-Canal Nro. 13. den Schiffahrts-Canal Nro. 10. und den hintern Hafen Nro. 5. Bey Nro. 14. sollte noch eine Schleuse angelegt werden, wie auch ein Bafsin Nro. 6. und die Werfte No. 7. Bey 11 ist die Kastenschleuse vollendet, und bey 12 zwey kleine vier Fufs weite Klappen, die bey der Fluth zu fallen, angeordnet. Zwischen dem Hafen Nro. 5. und dem projectirten Bafsin Nro. 6. wäre noch eine Schleuse nöthig gewesen, um das Wasser dieses Bassins zu einer für die Lage der Schiffe nöthigen Höhe zu erhalten. Der Deich Nro. 14. trennt den Canal Nro. 10. von dem Spühlbusen Nro. 15.

Dieses Project, welches vier Millionen Livres in der Ausführung kosten sollte, das ausser dem Bafsin 6, der Schleuse davor; den Werften und den Werkplätzen Nro. 8., so wie der neuen Hafenstrasse, gröfstentheils ausgeführt ist, wurde von mehrern Commissionen, die aus Ingenieuren des Brücken - und Wegebaues, aus Marine - Officiers, Mathematikern und Seefahrern bestanden, geprüft und gutgeheifsen. Sie bestanden unter andern aus *Perronet*, *Voglio*, *Hue*, *Chezy*, *d'Arcy* und *Borda*. Auch die gröfste Anzahl der wohlhabendsten Einwohner und Seeleute in Dieppe waren mit dem Entwurf sehr zufrieden, aber nicht so die Commerzkammer daselbst. Vorzüglich erhob sich diese gegen die Ausführung der neuen Hafenstrasse, welche 1787 begonnen ward. Die Einwürfe, die sie machte, sind zu unwichtig, als dafs ich sie hersetzen dürfte; auch sind sie in dem S. 27. citirten Mémoire hinreichend widerlegt worden.

Die Spühlschleuse 16, von drey Oeffnungen, jede zu 14 Fufs, welche in einem Kasten gebaut wurde, und die beym Schleusenbau beschrieben werden soll, war vollendet, und man hatte schon seit 1787 damit gespühlt. Auch waren die vorbenannten Anlagen Nro. 4. 5. 15. 11. 12. ausgeführt, die Umdammung der neuen Hafenmündung war vollendet und mit Kiesel gefüllt auch mit Planken verschlagen, als die Commerzkammer und die Revolution zugleich dahin wirkten, dafs die Arbeiten eingestellt wurden. Diese Umdammung, welche nur für zwey Jahre aufgebauet, und auch nur so lange den Wellen widerstehen sollte, wurde von der See zerstört; gleiches Schicksal traf die Spühlschleuse. Ein abermahliges warnendes Beyspiel, dafs man ohne die gröfste Sicherheit zu haben, den Schleusenboden beständig auf einen guten Pfahlrost legen müsse; kurz diese Spühlschleuse, von geschickten Ingenieuren, von *Lamblardie* und *Cefsart* erbaut, wurde von dem Spühlstrom unterwaschen. Man hatte die Unvorsichtigkeit begangen, wie Cefsart sagt, den Spühlbusen mit einer zu grofsen Wassermasse anzufüllen, und den hoch angeschwellten Flufs selbst durch die Schleuse zu

spät gelassen, so dafs die Wasserhöhe einen zu grofsen Druck und Sturz auf den Boden der Schleuse ausübte.

§. 71. Der jetzige schlechte Zustand der Hafenstrasse ist eine nothwendige Folge von dem Einsturz dieser Schleuse, wovon die Seitenmauern noch stehen, und die vor einigen Jahren wieder hergestellt werden sollten, denn diese Hafenstrasse füllt sich mit Kieselbänke (*e f* und *f g*) an, und so war im Jahre 1800 nur eine Wasserstrasse längs *b d* von 96 Fufs weit übrig geblieben.

Als die Hafenstrasse von der Spühlung rein gehalten war, sprengte man im Jahre 1790 von dem Stein, der sich im Boden befindet, die höchsten Stellen ab. Aber auch diese Arbeit wurde durch die Revolution, welche den öffentlichen Werken so nachtheilig gewesen ist, unterbrochen; wie diese gar ungestüm und grausam ihren Weg verfolgte, traute sich kein Ingenieur mehr, auf die Ausführung der neuen Hafenstrasse, bey welcher mehrere Häuser abgebrochen werden mufsten, zu bestehen; denn wie leicht hätten sie nicht als Aristocraten angeklagt und verurtheilt werden können! Sey es nun, dafs diese Betrachtung auch den zwey General-Inspectoren (*H. Lebrun* und *Bertrand*), denen die Entscheidung dieses Projectes übertragen wurde, entstand, oder sey es, dafs sie wirklich der Ausführung des unten mitgetheilten Projectes nicht beypflichteten; kurz sie stimmten (wenn ich nicht irre im Jahre 1792) gegen die Anlage der neuen Hafenstrasse. Also war die Spühlschleuse 16 vergeblich aufgeführt worden!

Wir sehen demnach diesen Hafen in einem verderblichen Zustande, der noch vermehrt wird, durch die Baufälligkeit des westlichen Hafendammes G. Soll indessen die Hafenstrasse ihre fehlerhafte Lage und Weite behalten, so mufs dieser Hafendamm *) wieder hergestellt und ausgefüllt werden.

Um von der Mündung der Hafenstrasse den Kiesel abzuhalten, hat man ein niedriges Faschinenhöft *l k* vor dem östlichen Hafendamm angelegt, welches wenigstens bis zur mittlern Fluthhöhe erhöht werden müfste, wenn es die gehofte Wirkung hervorbringen soll: denn jetzt rollen die Kiesel über dasselbe in die Strafse hin.

Der östliche Hafendamm besteht von *l* nach *d* und von *c* nach *b* aus einer mit Planken bekleideten Mauer, und er ist vor 25 Jahren gut ausgebessert worden. Man hat dazu Steine aus Marmorbrüchen von Boulogne genommen, und den Mörtel aus Puzzolane bereitet. Zwischen *c d* und bey *a* liegen durchsichtige Holzbauwerke, welche nach den schriftlichen Nachrichten, vor 20 Jahren, als die Hafenstrasse in einem bessern Zustande war, die Wellen gemäfsigt, also den Absichten entsprochen haben. Hinter denselben hat sich auch Kiesel angehäuft.

*) Es mufs noch angemerkt werden, dafs man an seiner westlichen, mit Planken beschlagenen Wand das Profil des Kieselstrandes, welcher sich längs ihm her vor einigen Jahren hinaufgelegt hat, bezeichnet findet. Der Strand hat nach dieser Bezeichnung an Höhe gewonnen, und hat eine Böschung von etwa vier Fufs auf jeden Fufs Höhe.

So ist also ein Hafen beschaffen, welcher viele Projecte und Discussionen veranlafste, der, im Falle man die projectirte Hafenstrasse nicht ausführen will, wesentliche veränderungen mit seinen Hafendämmen und der Lage der Spühlschleuse nothwendig macht. Den westlichen Hafendamm würde ich ganz abnehmen, und ihn nach der, die Kieselbank begränzenden Linie *g f e* anlegen. Den östlichen würde ich, von l ab, 60 Toisen verlängern, dessen Spitze convex umbiegen; bey *b* eine Spühlschleuse anlegen, und die Spühlschleuse 16, welche zugleich den Spühlbusen 15 in ein Bafsin verwandeln könnte, zur Reinigung des Hafens, wieder herstellen. Auf diese Weise würde die Hafenmündung von der Falaise Pollet, welche im Anfange des XVII. Jahrhunderts bis zur Linie *l o* reichte, um 110 Toisen entfernt. Die Hafenstrasse behielte die nöthige Breite, und könnte rein gehalten werden. Wollte man sie vertiefen: so mögen die Felsen, die in ihrem Bette liegen, abgesprengt werden. Dafs sie noch bey 120 Fufs eine hinreichende Weite behält, beweiset die Erfahrung: denn in dem citirten Mémoire heifst es wörtlich: on n'a pas connaifsance qu' aucun bâtiment ait été porté par les lames ni sur les clair - voies, ni sur le talus du Poulier etc. Folglich haben diese Bänke (Pouliers) die Schifffahrt nicht behindert.

§. 72. *Der Hafen zu St. Valery en Caux* Tab. 62. Dieser kleine Hafen, dessen Oberfläche 8600 Quadrat - Toisen enthält, stellt, wenn gleich nicht grofse Werke, doch Erfahrungssätze auf, die immer wichtig für die Wissenschaft bleiben. Sein westlicher Hafendamm war im Jahre 1800, als ich diesen Hafen besuchte, am Ende unterminirt, dem Einsturze nahe, nach der Construction gebaut, die unten beschrieben wird, und zwar von *a* nach *d*. Von *a* nach *b* stehet aber ein durchsichtiger Holzbau, der 1789 angelegt wurde. Der östliche Hafendamm ist, wie der westliche construirt. Beyde liegen 8 Fufs über die Springfluthen. Nach einem kaiserlichen Decrete vom 20. July 1810 sollte von diesem letztern, östlich ein Höft angelegt werden, welches des Hafendammes Unterwaschung verhindern wird. Längs der westlichen Hafenwand liegt eine Kieselbank, welche die Hafenstrasse bis zu 68 Fufs schmälert. Auch vor dem östlichen Hafendamm und am östlichen Gestade hat sich eine Kieselbank gelagert, die bey der täglichen Ebbe trocken läuft. Bey G finden wir, also hinter dem clair - voie *a b* eine Fläche, auf welche, wie auf der Bank vor *a b*, sich die einrollenden Wellen ausbreiten und also in der Hafenstrasse gemäfsigt werden. Ehemals durfte man mit einer alten Spühlschleuse, wegen deren schadhaften Boden, nicht spühlen. Aber was hat, kann man fragen, die neue Spühlschleuse von zwey Oeffnungen, jede zu 14 Fufs weit, gewirkt, da wir die Hafenstrasse, so mit Kiesel angefüllt sehen? In der That könnte diese Frage mit Recht aufgeworfen werden, wenn die Hafenstrasse besser situirt und eingerichtet wäre. Fürs erste liegt sie fast in der Richtung des herrschenden Nordwest - Windes; 2tens ist der östliche Hafendamm zu kurz, denn dadurch, dafs er nicht weiter ins Meer geht, mufs sich vor der östlichen Wand des westlichen Hafendammes ein Widerstrom erzeugen, und dieser bringt die Kiesel zum Niedersinken.

Ich würde ihn demnach sechszig Toisen verlängern, und der Mündung die Weite von 80 Fuſs lassen. Alsdann wird die Spühlschleuse 240 Toisen von der wahren Mündung entfernt seyn und noch hinreichend auf die Kieselbank wirken. Der verlängerte östliche Hafendamm wird aber den Eintritt der Kiesel verhindern, indem er den Widerstrom schwächt!

Noch glaube ich bemerken zu müssen: 1) daſs die Burg *des Veules*, nahe bey *St. Valery* einen Hafen hatte, welcher gegenwärtig ganz unbrauchbar ist. Die Fischer, welche an ihm wohnten, haben sich zu Dieppe in dem Quartier *le petit Veules* niedergelassen. 2) Daſs die Mündung der *Seye*, der *Saone* und des *Dourdan* unaufhörlich von Kiesel angefüllt, ja, bey westlichen und nordwestlichen Stürmen gänzlich davon verstopft werden. Alsdann treten diese Flüsse aus, verursachen Ueberschwemmungen, Sümpfe und Krankheiten. Diese Uebel hat man im Thale von *St. Aubin*, durch eine Spühlschleuse an der Mündung des *Dourdan*-Flusses abgeholfen. Warum wendet man ein gleiches Kunstmittel bey den übrigen Fluſsmündungen nicht an?

§. 73. Der Hafen zu *Trèport* T. 62. Ehemals war dieser Hafen eine Stunde landwärts bey dem Städtchen *Eu*. Er wurde wie seine Hafenstrasse von Kiesel verstopft; es muſste also am Meer bey *Trèport* ein neuer Hafen etablirt werden. Die Natur brachte hier, wie an allen andern Häfen der *Normandie* die nämlichen Wirkungen hervor. Sie führte in der kurzen Hafenstrasse, deren westlicher Damm sich mit einem Thurme bey p endete, eine Menge Kiesel und geboth dessen Verlängerung auf 200 Toisen weit meerwärts,

Aber auch diese Hafenstrasse war 1778 ganz mit Kiesel angefüllt, als sich der Herzog von Penthievre entschloſs: die Spühlschleuse q, welche 170000 Livres gekostet hat, anlegen zu lassen. Ich sage hier nichts von ihren Dimensionen, weil sie beym Schleusenbau beschrieben wird. Den 1. Sept. 1780 spühlte sie zuerst, aber i. I. 1782 konnte man sie nicht gebrauchen, da die Hafendämme, welche wie die in T. 66. und F. 25. 26. 28. gezeichneten Dämme construirt sind, reparirt wurden. Nachher hat man sich ihrer wieder bedient, und in 70 Spühlzeiten hat sie 2160 Cubick-Toisen Kiesel weggerollt *), wobey ich bemerke, daſs eine Schleusenzeit 50 Minuten dauerte. Im Jahre 1782 wurden 500 Cubicktoisen Kiesel weggespühlt, welche sich auf der Spitze von *Hourdel* (man sehe die Cassinische Karte) lagerten.

Wenn wir die Hafenmündung, so wie auch die gesammte Hafenstrasse mit Kiesel angefüllt, und das Wasser, welches in das Meer läuft, einen Weg nordostwärts in g **), nehmen sehen, so ist das eines Theils eine Wirkung von der westnordwestlichen Richtung der Hafenstrasse, womit der Seewind die Kiesel aufrollt, und andern Theils mehrerer Mängel der ganzen Hafenanlage. Diese scheinen mir zu bestehen 1) in der nie-

*) Encyclopédie methodique, article Marine p. 201.

**) Man wird ohne meiner Erinnerung einsehen, daſs dieses Afterausflusses wegen mit der Schleuse jetzt nicht gespühlt werden kann.

drigen Lage des Kieselstrandes zwischen *e f* und über diesen Theil mufs also der östliche Hafendamm verlängert werden. 2) Biethet der kurze östliche Flügel an dem westlichen Hafendamm bey *a* dem Spühlstrom einen Widerstand dar und verringert den Fluthstrom, indem er in der Ecke bey *a* einen Wirbel hervorbringt. Diesen Flügel würde ich also bis *c* fortsetzen, mit einem mit Steinen bis zur ordinären Fluthhöhe gedeckten Faschinenbau. 3) Ist der Spühlbusen zu klein, und ich stimme also dem Projecte des Ingenieurs Tarbé zu Dieppe bey, das ihn bis *n h l* vergröfsert wissen will. 4) Eben so nützlich wird die Ausführung des Vorschlages: den Hafen bis *i h f* zu erweitern, und einen hohen Damm, über welchen die höchsten Fluthen nicht stürzen können, von *n* ab aufzuführen.

Zum Schlufse bemerke ich noch, dafs von *q* bis *p* ein ziemlich gut gemauerter Kay angelegt ist, und dafs die Arbeiten an der Spühlschleuse sehr sorgfältig von Herrn de Cessart ausgeführt zu seyn scheinen.

§. 74. *Boulogne sur mer* Tab. 62. könnte wohl zu einem guten Hafen gemacht werden, wenn man den niedern Faschinendamm 2. 3. vier Fufs über die ordinäre Fluth (3. 4. und 7. 8. liegen etwa so hoch und bestehen aus Holz - Busch - und Steinbau) erhöhete, den Damm von 2 bis 1 und den südlichen gleichfalls so weit ins Meer führte, als den nördlichen; alsdann aber auch die Mündung bis auf 200 Fufs schmälerte, um der rücktretenden Ebbe ein gröfsers Vermögen zur Austiefung der Hafenstrasse zu geben. Es liefse sich auch wohl hier ein Bafsin und eine Spühlschleuse anlegen, deren Spühlstrom auf dem feinen Sande von guter Wirkung seyn würde; aber der Handel von Boulogne ist nicht wichtig genug, um so viele Kosten anzuwenden. Jetzt legen die mehresten Schiffe an den Pfählen zwischen 3 und 5, und hinter denselben an, und bey 5. 6. steht eine verfallene Holzwand, die einen *clair-voie* bildet. Als ich im July 1800 diesen Hafen besuchte, sollten an dieser Wand Reparaturen vorgenommen werden. Nach der Zeit ist diefs geschehen, und eine Spühlschleuse angelegt, um diesen in Hinsicht einer Landungs-Unternehmung auf England wichtig gewordenen Hafen selbst zu vertiefen.

§. 75. *Beschreibung des Hafens von Calais* (T. 62). Wenn wir erwägen, dafs diesem Hafen eine solche Rhede, worauf die Schiffe während den Stürmen liegen können, mangelt, so wird man es dem französischen Gouvernement nicht zur Last legen dürfen: dafs es die weitläufigen Entwürfe, die der Fortifications - Director *Moyenville*, wozu Vauban die erste Idee gegeben hatte, machte, nicht ausgeführt hat. Nach denselben sollten die innern Gewässer des Landes, welche in den Hafen auswässern, von einer bey *c* anzulegenden grofsen Schleuse aufgestaut werden, um einen Spühlstrom zu machen. Doch! ich will dieses Project, welches wohl nie ausgeführt werden wird, nicht weitläufig beschreiben, indem der Leser dasselbe in dem Belidorschen Werke T. 2. §. 506. findet; ich komme daher zu der gegenwärtigen Beschaffenheit dieses Locals.

Schleusen treffen wir folgende, als: 1) die Schleuse auf demjenigen Canal, der südlich vor Calais vorüber und in die Stadt zieht, genannt die Crucifix-Schleuse und die liegt, wo der Weg von Paris über diesen Canal geht. Sie ist 14 Fuſs weit, und hat ein Fallschütz, welches mit schwerem Räderwerk aufgezogen wird; dann hat sie auch noch ein paar Stemmthore; dient also nicht nur zur Auswässerung der Innern Canäle, sondern auch zur Abhaltung des Meerwassers. Das Binnenwasser wässert, wenn es diese Schleuse passirt ist, in den Hafen aus, und zwar mittelst der Schleuse Q. Tab. 62. Die dritte Schleuse ist die *Asfelder*-Schleuse bey *p*, welche den Canal vom Fort *Nieulet* zur bestimmten Höhe hält, und auch dessen Wasser ausführt. Sie hat eine Weite von 14 Fuſs, und ist zugleich eine Spühlschleuse mit einem Drehthore.

Die Hafenstrasse ist 360 Fuſs weit. Ihr östlicher Damm besteht auf eine Länge von 2040 Fuſs, von der Spitze angerechnet, aus einem mit Stein gefüllten Holzbau, und liegt acht Schuh über die ordinäre Fluth. Nach dem Hafen zu besteht er aber von *f* ab, auf eine Länge von 120 Toisen, aus einem gemauerten Kay. Wenn man ihn nicht nach dem Projecte des Ingenieurs Moyenville, 960 Fuſs verlängern will, so müſste er doch wenigstens 720 Fuſs verlängert werden, weil die Mündung der Hafenstrasse zu flach ist, und sich darin Widerströme einstellen, da der westliche Hafendamm zu weit vor diesem östlichen hervorsteht. Der erstere ist wie dieser erbaut, und schlieſst sich mit einem Flügel an das Fort Risbanc an; auf seiner Spitze liegt das Rothe-Fort (Fort-rouge). Da die Spitzen beyder Hafendämme 1800 stark beschädiget waren, so bedurften sie einer zweckmäſsigen Ausbesserung. Uebrigens ist die Hafenstrasse wenigstens 180 Schuh also um die Hälfte zu weit; denn die darin auflaufenden Wellen haben eine zu starke Bewegung, zumal da sie sich nicht hafenwärts erweitert, welches doch geschehen sollte. Diese Wellen sind so hoch: daſs sie den Schiffen, selbst im Hafen, keine stille und unschädliche Lage gestatten, und in dieser Hinsicht ist das mit Quadern eingefaſste und bedeckte Anlegehöft g° aufgeführt worden, welches jedoch nur einer geringen Anzahl von Schiffen, die sich dahinter legen können, Schutz verschaffen kann. Auch ist es nicht vollendet. Um diese zwo Nachtheile, d. i. die starke Wellenbewegung in der Hafenstrasse und die Seichtigkeit in deren Mündung, zu entfernen: so würde ich die Hafendämme gleich weit ins Meer und zwar den westlichen um 50 Toisen bis gegen *m* und den östlichen bis gegen *b* verlängern, jedoch dergestalt, daſs die Mündung bis auf 180 Fuſs, von k ab seewärts geschmälert und nur vorne 250 Fuſs weit würde *). Zur beständigen Reinhaltung der Hafenstrasse müſste dann, in dieser Strasse selbst, zwischen *f i*, eine groſse Spühlschleuse mit zwey paar Fluth-Stemmthore erbaut werden, die, bey dem feinen Seesande und dem groſsen Spühlbusen, eine treffliche Wirkung, d. i. die Vertiefung der Hafenstrecke hervorbringen würde. Nach den öffentlichen Blättern ist i. I. 1810. in die-

*) Auf dem Plane ist das Project des Ingenieurs Moyenville mit der punctirten Linie k l angegeben.

sem Hafen eine Spühlschleuse angelegt worden, aber ihre Lage ist darin nicht genau angegeben.

§. 76. *Der Hafen von Gravelins* T. 62, welcher nicht nur von dem *Aa*-Flusse, sondern auch von der zwischen den Hafendämmen eingeleiteten Fluth gebildet wird, war 1800 sehr verschlammt, wiewohl er zwey grosse Schleusen *a* und *b* hat, die ihn durch die Spühlung rein halten sollen. Die aus Faschinenwerken bestehenden Einfahrtdämme, befinden sich in schlechtem Zustande, denn sie sind weder sorgfältig construirt, noch hinlänglich mit Steinen gedeckt, ja die grofsen Pfähle stehen daraus hervor, und die Verbindung der Buschlagen fehlt.

Die Hafenstrasse hat eine Richtung von Südost nach Nordwest und eine Länge von 1750 Toisen. Dieser beträchtlichen Länge wegen habe ich sie nicht vollständig auf T. 62. zeichnen können. Zuerst wurde sie unter dem Könige von Spanien Philipp III im Anfange des XVII. Jahrhunderts angelegt, und man bauete damals zwey Schleusen, die eine in *a*, um den *Aa*-Flufs zur schiffbaren Höhe zu halten. Vauban hat sie mit einem Drehthor versehen, also zur Spühlung eingerichtet. Die andere war in der Hafenstrasse selbst, bey dem ehemaligen Fort Philipp, etwa bey *c*, angelegt, und diente zur Spühlung des untern Theils dieser Strafse. Da sie eine nicht zu lange Bahn rein zu halten hatte, so war sie trefflich situirt. Die Franzosen, welche auf die Lage von Gravelins eifersüchtig waren, suchten ihre kleinlichen Absichten in der Zerstörung dieser Werke zu befriedigen und es gereicht dem staatsklugen Richelieu nicht zum Ruhm, dafs er dieselbe während des Krieges mit Spanien, bewerkstelligen liefs. Diese Maafsregel wurde auch selbst für Frankreich nachtheilig, denn Gravelins kam durch den Pyrenäischen Frieden i. J. 1659 unter sein Gebiet. Der Aa-Flufs schlängelte sich nun mühsam ins Meer, und dessen Auswässerung war für die niedrigen Districte, die in der Gegend liegen, in den verderblichsten Zustand gerathen. Indessen unterliefs die Regierung alle Arbeiten um die Hafenstrasse und Schleusen wieder herzustellen, gleichsam als wenn sie die Zerstörung rechtfertigen wollte, bis sie endlich i. I. 1733. die Herstellung des Hafens befahl.

Die Ingenieurs, welche die Plane einreichten, theilten sich indefs in zwey Partheyen: die eine Parthey wollte eine grofse Schleuse auf derjenigen Stelle bey c anlegen, wo die alte gestanden hatte; die andere wollte sie aber in den Festungswerken bey *b* angelegt wissen. Nach jener ihrem Vorschlage sollte sie zur Aufstauung des Wassers in dem obern Theile der Hafenstrasse dienen, also einen Spühlbusen und Bassin formiren; nach dieser ihrer Meynung sollte sie vorzüglich zur Vertheidigung des Platzes: also zu einer künstlichen Inondation gebraucht werden, und dann als Nebenzweck zum Spühlen der Hafenstrasse.

Dafs der erste Vorschlag für die Reinigung der Hafenstrasse, also auch für die Schifffahrt von besserm Effect, wie der letztere gewesen seyn würde, ist wohl gewifs; denn die zu spühlende Hafenstrasse wäre weit kürzer geworden, und der obere Theil

dieser strasse, zwischen *c b*, hätte mittelst der Spühlschleuse *a* gereinigt werden können. Es war nämlich zwischen dem Drempel dieser Schleuse und dem der ehemaligen Schleuse *c* ein Abhang von sieben Schuh gewesen; also mufste das Wasser eine beträchtliche und reissende Strömung erlangen. Es ist daher zu bedauern, dafs bey *c* oder in der Gegend, mitten in der Hafenstrasse, nicht wieder eine Kammer - und Spühlschleuse angelegt ist, und dafs die Idee des Fortifications - Directors de la *Fond*, nach welcher dort eine Schleuse zu entbehren sey, befolgt wurde. Also wurde die Schleuse *b* angelegt, die in *a* wieder hergestellt, und der Hafenstrasse gab man die Breite von 35 Toisen. Diese wurde von den Königl. Truppen ausgegraben, die auch die Dämme, welche von der Schleuse *a* auf eine Länge von 500 Toisen, acht Fufs über die Fluth, meerwärts aber unter derselben liegen. Die Schleusen werde ich beym Schleusenbau näher kennen lernen, und ich bemerke nur noch: dafs der Eingang in die Hafenstrasse weniger schwierig, als der bey dem Hafen von *Dünkirchen* und *Calais* ist; dafs also der Hafen von *Gravelins* die Aufmerksamkeit der Regierung verdient, um so mehr, da man ihn durch Aufführung zweckmäfsiger Hafendämme und einer Kammer - und Spühlschleuse in seiner Hafenstrasse, zu einem guten Kauffahrtheyhafen machen kann.

§. 77. *Beschreibung des Hafens und der Werke von Dünkirchen* T. 63. Dünkirchen hat so viele politische Stürme bestanden, dafs ich ihn mit einer gewissen unmuthigen Stimmung im Jahre 1800 gesehen habe. Wo sind die grofsen Forts, welche ihn vor 1717 vertheidigten? wo die Einfahrtsdämme, die mit solchem Aufwande von Geld und Arbeit angelegt wurden? wo findet man den Reichthum, der hier aufgehäuft war? Die Eifersucht zweyer Nationen, welche noch jetzt in Europa wüthet, und die ganze Geschlechter dem Tode, dem Unglück und der Schmach opferte, hat diese Werke zerstört und den Reichthum der Dünkircher aufgezehrt!

Dünkirchen, welches Belidor die Schule der Wasserbaukunst nennt, bedarf noch gegenwärtig eben so sehr von dieser Wissenschaft Hülfe als die übrigen französischen Häfen am Canal oder der Nordsee — gelegen. Ich will daher die alten und neuen Bauwerke in der Kürze beschreiben, und auch von ihnen einige nützliche Vorschriften ableiten, deren der Practiker nie zu viele sammeln kann. Auf welche Weise der Handel zu Dünkirchen empor kam; wie im Anfang des vorigen Jahrhunderts die Festung beschaffen war, und vertheidigt werden konnte, sehen wir aus der umständlichen Beschreibung, welche Belidor in seiner Wasserbaukunst im 2ten Theile geliefert hat, und auf welchen ich, dieser Gegenstände wegen, verweise.

Der ehemalige Zustand der hydrotechnischen Werke verdient unsere ganze Aufmerksamkeit, und wir dürfen ihn also nicht übergehen. Die nautische Lage von Dünkirchen ist ohne Anwendung kostbarer Kunstmittel, nicht vortheilhaft. Die flachen und beweglichen Sandbänke gewähren den Schiffen keine sichere Rhede, also ist der Hafen für eine Kriegsflotte nicht geeignet, es sey dann, dafs derselbe dergestalt

erweitert werde, um eine grofse Flotte aufzunehmen. Zu diesem Zweck müfste aber die Tiefe in der Hafenstrasse und ihrer Mündung vergröfsert, auch ein Bafsin für eine Flotte angelegt werden! Diefs sind die wahren Gesichtspuncte, aus denen man die alten und neuen Anlagen, so wie die Entwürfe für die Zukunft beurtheilen mufs. Ich werde mich also auf dieselben noch in der Folge beziehen.

Der Strand von Dünkirchen, den das Meer bey jeder Springfluth-Periode bedeckt und verläfst, hat da, wo die Hafenstrasse in nordwestlicher Richtung (1. 2.) nach dem Urtheile der Seefahrer gelegt worden ist, eine Breite von 869 Toisen. So lang müfste also der östliche Hafendamm angelegt werden *) Die innere Breite der Hafenstrasse betrug im Mittel bey der ersten Anlage 182 Fufs, jetzt ist sie wenig schmäler. Von 1 bis *y*, 264 Toisen, bestand der östliche Hafendamm aus einem Holzbau, auf Faschinen gegründet, und mit Steinen gefüllt (T. 66. F. 22.) desgleichen auch der zweyte westliche von 4 bis *y* T. von *y* bildeten die zwo Dämme, deren Mitte 50 Toisen auseinander lag, einen Bau, von Faschinen und Holzwerk (T. 66. Fig. 16. und 10.) zusammengesetzt, und jeder Damm war nach dieser Art, auf eine Länge von 550 Toisen construirt. Die Mündung der Hafenstrasse hatte bey 6 das Chateau de bonne esperance genannt, und bey 3 das Fort Chateau le verd. Diese Forts oder geschlossene Küsten-Batterien waren aus einem Holzbau aufgeführt, den man kurz vor der Schleifung in ein Mauerwerk zu verwandeln willens war, weil er den Brandungen nicht widerstehen konnte. Jedes dieser Forts war mit dreyfsig Kanonen besetzt. Das Fort Risbanc (7) umschlofs Casernen, Magazine und Cisternen, und war mit 46 Feuerschlünden versehen. Das Fort le Blank (8) war für zwanzig Kanonen bestimmt. Das Fort de Revers (10) konnte zehn Kanonen aufnehmen. Diese drey Forts waren von Mauerwerk einige zwanzig Fufs über die tägliche Fluth hoch aufgeführt. Die Batterie le château Gaillard (9) bestand aus Zimmerwerk und fafste 12 Kanonen. So war die Vertheidigung der Hafenstrasse und der Küste beschaffen! Hierzu gedenke man Dünkirchen stärker als jetzt befestigt, und dafs die Gegend mittelst den Canälen von Bergen, Moeres und St. Omer unter Wasser gesetzt und unwegsam gemacht werden kann **); so hat man eine Vorstellung von der ehemaligen Festigkeit dieses berühmten Platzes.

*) Ich habe die Maafse nach einer genau aufgenommenen Karte, von welcher ich eine Copie auf T. 63. mittheile, bestimmt. Sie kommen auch mit dem vom Belidor gelieferten Kupfer, aber nicht mit seiner Beschreibung überein, denn in dieser sind alle Entfernungen viel zu grofs, so giebt sie z. B. die Länge der Hafendämme zu 1000 Toisen und die Entfernung von der grofsen Schleuse von Bergen (b) bis zur Mündung der Hafenstrasse zu 1600 Toisen an. Jene Distanze ist aber nur 869 Toisen; und diese 1444 Toisen. Herr Forfait in dem Dictionnaire meth. Art. Marine — so wie Lamblardie in seinem Mémoire über die Küste der obern Normandie haben gleichfalls diese zu grofse Distanze angenommen.

**) Dazu dienen die Schleusen auf den Kanälen, als die Berger-Schleuse b, die Schleuse bey m und die Schleuse Moeres k, so wie eine Stauschleuse, welche bey p lag.

Ausser der künstlichen Hafenstrasse und den canälen, bestanden die werke, welche uns vorzüglich interessiren, aus dem 1689 angelegten Bafsin *a*, in welches mittels der grofsen 42 Fufs weiten schleuse *c* das wasser zu einer für die Kriegsschiffe nöthigen Höhe gehalten werden kann. Diese schleuse und die schleuse von Bergen b sind die gröfsten, welche hier gebaut wurden. Die letztere ist 26 Fufs weit, hat doppelte stemmthore, und macht eine schifffahrts- und spühlschleuse zugleich. Belidor führt an, dafs sie den Hafen und die Hafenstrasse auf eine Länge von 1600 Toisen von 1701 bis 1710 gespühlt, und den erstern 15 Fufs vertieft habe. Mit aller möglichen Achtung gegen Belidor erfüllt, zweifle ich doch an der Richtigkeit dieser Angabe: denn fürs erste ist diese Distanze (wie ich bereits anführte) nur 1444 Toisen, und dann ist sie auch noch bey dem krummen wege des Hafens zu lang, als dafs ein spühlstrom, welcher nur höchstens acht Fufs über den schleusenboden im spühlbusen, das ist im canal von Bergen, der Landschaft wegen, aufgestaut wird, den zähen schlamm, den ich im Hafen und der Hafenstrasse angetroffen habe, fünfzehn Fufs tief fortreissen konnte. Der flüchtige sand, woraus der Boden der Hafenstrasse anfänglich bestand, mag wohl fortgeschwemmt worden seyn, aber gewifs nicht der schlamm, welcher sich nachher darin ansetzte. Auch lehrt die Geschichte: dafs man die spühlung der schleuse von Bergen bey weitem nicht zureichend fand; denn es wurde noch angelegt: 1) eine spühlschleuse k auf dem canal von Moeres. 2) Bey s *) seitwärts wurde in dem Bären des Festungsgrabens die Fluth durch eine schleuse mit Fallschütze eingelassen, und bey *o* ergofs sich diese Fluth durch eine spühlschleuse mit einem Drehthore in die Hafenstrasse. Diese im Jahre 1710 angelegte schleuse *o* sollte also die Hafenstrasse reinigen! 3) Auch bey *l* sollte eine spühlschleuse angelegt werden, um mittelst des canals, der von *St. omer* kommt (man nennt ihn auch den canal von Bourbourg) den Hafen tief zu erhalten; endlich wollte man 4) diese nämliche Absicht — die spühlung — mittelst auf der von dem canal von Furnes angelegten Aufzieh-spühlschleuse *m* von 8 Fufs Oeffnung, befördern. Hätte man wohl so vieler spühlschleusen bedurft, wenn der Effect des durch die Berger-schleuse kommenden spühlstromes so mächtig gewesen wäre, als ihn die Nachricht, welche Belidor benutzte, festsetzt?

Von dem Hafen und dem Bafsin, welches mit einer Mauer von werkstücken, auch an einem Theile von einer Hohlwand, revettirt war, und von den schleusen, kommen wir auf die andern Gebäude des Hafens. Sie bestanden und bestehen noch in einer längs dem Bassin liegenden seilspinnerey *i i*; aus dem Hauptmagazin *r*; dem schiffsmagazin *t*, dem schoppen *u* für Masten, dem grofsen werkplatze *w* und dem werfte. Eine schiffdocke sollte bey *q* angelegt werden.

Alle diese Bauwerke und Entwürfe haben den grofsen vauban zum Erfinder. Im Jahre 1671 wurden sie unter der Regierung Ludwig XIV. angefangen. Dreyfsigtausend

*) In s liegt jetzt eine *S*chleuse mit Klapschütze, welche die Fluth zurückhält.

soldaten sah man hier, von des Morgens vier uhr bis des Abends 8 uhr, in drey Abtheilungen arbeiten, also wurde immer mit zehntausend Mann gearbeitet. Es muſs ein schönes Schauspiel gewesen seyn, wodurch Ludwig XIV. den Römern nachahmte. Gewiſs werden mehrere Regenten diesem groſsen Beyspiele folgen, wenn sie erwägen: daſs der Ruhm, eine Festung, die den Krieg verlängert, arme Provinzen und Tausende unglücklich macht, erobert zu haben, der Erschaffung eines Seehafens, welcher Betriebsamkeit, Wohlstand und Reichthum bringt, nachsteht. Ist es also nicht rühmlich zu öffentlichen Arbeiten das Militär anzustellen? Und welche Masse von Kenntnissen wird bey dergleichen Arbeiten nicht unter das Officiercorps verbreitet, welche groſse Summen könnten dann nicht erspart werden?

Die mehresten Werke dieser berühmten Anlagen wurden indessen, nach dem Utrechter Friedensschluſs von 1713 geschleift. Ja! es gehört mit zu der Verkettung von Unglücksfällen, daſs die Hand, welche diese Arbeiten hervorgehen hieſs, auch die Zerstörungsacte unterzeichnete, ehe Frankreich noch die Früchte von diesen Werken genossen hatte. Die groſse Schleuse *c*, die Revettements des Bassins, die Hafendämme, die Festungswerke und die Forts wurden dem Utrechter Frieden gemäſs, abgetragen. Zwischen dem Hafen und der Hafenstrasse wurde sogar ein Damm aufgeführt, um den Hafen gänzlich zu verschlieſsen.

Neue Canäle und Schleusen unweit Mardyk waren nun nöthig geworden, um eines Theils das Wasser des Landes in die See abzulassen, und andern Theils einen andern Hafen, in der Nähe von Dünkirchen zu etabliren und vom Ingenieur Moyenville ward der Plan dieser Anlagen entworfen. Besonders verdient machte sich um dieselben der Gouverneur von Dünkirchen H. le Blanc. Der Mardyker Kanal wurde auf eine Länge von 860 Toisen ausgehoben, und mit Dämmen eingefaſst. Sie wurden in nordnordwestlicher Richtung gelegt, und der westliche Hafendamm wurde 240 Fuſs weiter als der östliche ins Meer geführt. Nach der Schleuse zu war die Hafenstrasse 40 Toisen breit, am Eingang fünfzig. Von dieser 20 Fuſs tiefen Hafenstrasse ward bis Dünkirchen ein Canal geführt, welcher das Wasser derjenigen Canäle, die sich in den Dünkircher Hafen eingemündet hatten, aufnahm. Die groſse Mardyker Durchfahrts- und Spühlschleuse, welche den Mardyker Canal aufstauen sollte, erhielt zwey Oeffnungen, die eine von 44 Fuſs; die kleinere von 26 Fuſs. Also war der Canal von Mardyk, der Spühlbusen und die Fahrstrasse vom Mardyker Bassin bis Dünkirchen! Im Jahre 1715 waren diese Werke zu denen der König anfänglich 150,000 Livres, das Land 160,000 Livres; die Stadt Lille 50,000 Livres, und Dünkirchen 792,550 Livres hergab, aufgeführt. Achtzehn Bataillone königlicher Truppen erhielten Ordre, an diesen, der Nation Ehre bringenden Werken Theil zu nehmen. Sie arbeiteten auch mit unglaublichem Fleiſse. Aber kaum waren diese Werke — die Bewunderung der Zeitgenossen und Nachwelt erregend — vollendet, als die einseitige Politik des Regenten von Frankreich, Herzogs von Orléans, die Zerstörung derselben, auf Verlangen des Kö-

nigs von England, bewilligte. Sie wurden im Jahre 1717 abgetragen und statt der kleinen Oeffnung in der Mardyker Schleuse, die 26 Fuſs weit war, wurde eine noch kleinere Entwässerungsschleuse von 6 Fuſs angelegt.

So war also nun der Handel von Dünkirchen, dem Willen Englands gemäſs, gänzlich zerstört, als: im Jahre 1720, der queer über den Hafen angelegte Damm von den Wellen zerriſs, und wenn die Dünkircher seinen Ruin beförderten, sollte man das ihnen wohl verdenken? Seit dieser Zeit etablirte sich wieder zu Dünkirchen allmählig die Schifffahrt, und das Gouvernement sah die Sache gleichgültig mit an, ohne die Schmach, welche ihm der Frieden vom Utrecht aufgelegt hatte: durch die Ausführung radicaler Verbesserung der Hafenstrasse und des Hafens, von Frankreich abzuwälzen.

§. 78. Ich komme nun auf den *Zustand des Hafens; der Hafenstrasse und des Abfluſses der Innern-Landescanäle*, wie ich ihn im Jahre 1800 gefunden habe. Der Hafen war stark verschlämmt. Seit sechs Jahren aber von f bis i mit einem soliden Kay versehen worden, den ich im 2.K. beschreibe. Von *h* bis x bestand die alte Wand noch. Auch das Baſsin *c* hatte der Wohlfahrtsausschuſs im Jahre 1794 wieder herstellen lassen. Da den Ingenieurs aufgetragen wurde, bey Todesstrafe die groſse Schleuse *c* binnen vier Monaten brauchbar zu machen, so wurden die obern Seitenflügel nur von einer Holzwand construirt. Zugleich wurde auch die über die Schleuse liegende Drehbrücke gemacht. Die Berger-Schleuse *b* existirt noch unversehrt, wird aber zum Spühlen nicht mehr gebraucht, weil — wie gesagt — das Wasser auf ihrem Boden nur 8 Fuſs hoch aufgestaut werden kann; also liegt sie zu hoch und der Canal von Bergen ist zu schmal für einen guten Spühlbusen. Wegen dem Mardyker-Canal muſs ich bemerken, daſs er jetzt, da er 12 Fuſs verschlammt ist, die Gewässer bey Dünkirchen nicht aufnimmt, wie ehemals, sondern mit dem Canal von Bergen in einem Horizont steht; also durch die Bergschleuse, so wie der Canal selbst, auswässert. Es ist demnach ein dem Local widersprechender Vorschlag, den ein gewisser Schriftsteller gemacht hat, die Fluth mittelst des Mardyker Canals nach Dünkirchen zu führen. Dabey ist nämlich zu erwägen, daſs dieser Canal, als er zum tiefsten war, selbst von den Canälen bey Dünkirchen gespeiſst wurde, und daſs kein Abfluſs nach Dünkirchen hin statt fand. Ja er hatte einen beträchtlichen Abhang von der auf dem Canal von Bourburg liegenden Schleuse *r* bis zur Mardycker Schleuse, von 5 Fuſs 3 Zoll (Belidor 2 Th. 1. Bd. §. 494.) Und warum wollte man nicht lieber die Fluth in der Nähe von Dünkirchen in einen groſsen und weiten Spühlbusen auffangen, als sie durch einen langen Canal herbeyzuleiten? Doch davon nachher.

Die Hafendämme reichten i. J. 1800 dreyſsig Toisen weniger ins Meer als die alten. Der westliche Hafendamm ist construirt, wie F. 22. T. 66. zeigt; den östlichen aber (von y bis 13) zeigt Fig. 20. T. 66 —; und hier besteht er aus einem guten Faschinen- und Steinbau, oder auch aus den Ueberresten des alten Pfahlwerkes, worauf Steine geworfen, und auf die flache Seite gelegt sind, so daſs sie nicht lange

liegen bleiben, und von den wellen weggespühlt werden. Von 12 bis 13 ist der Damm gar sehr ruinirt! Er wird daselbst von der Fluth überströmt, und der Sand vom Strande wird über diese vier Fuſs abgeflächte Stelle hinüber geweht und geflöſst, welcher dann die Hafenstrasse anfüllte. Der Sand und Schlamm wird aber bey der Ebbe mit Schaufeln in Fahrzeuge geladen, und auf derjenigen Stelle, wo ehemals das Fort Gaillard (9) lag, aufgekarrt. Von 13 bis 12 wurde der Hafendamm im Aug. 1800 ausgebessert, und sollte die Höhe der Springfluth, die gewöhnlich 18 Fuſs steigt *), erhalten. Von 12 bis zur Spitze waren beyde Dämme sehr destruirt und liegen wenigstens acht Fuſs unter der Fluthhöhe. Der westliche Hafendamm war jedoch wegen der anlaufenden Fluth oberhalb 12 besser unterhalten, als der östliche. Diese Hafenstrasse, welche man zur Nachtzeit, bey 13, mit einer Kette verschlieſst, hat bey der Ebbe wenig Schuh Wasser, und Fregatten von 40 Kanonen können nur bey Springzeiten und ohne Geschütz auslaufen. Die Linie des niedrigen Meeres hat sich nicht nur nicht vom Gestade entfernt, sondern seit neunzig Jahren um 193 Toisen genähert. Also nimmt der Strand ab, und diese Abnahme, zwischen M N, ist eine natürliche Folge von der Destruction und niedrigen Lage der Einfahrtsdämme.

§. 79. Jetzt sey es mir erlaubt in dem Entwurfe zur Verbesserung dieses Hafens diejenigen Local-Mängel kurz beysammen zu stellen, deren Abhülfe nothwendig ist, wenn Dünkirchen zu einem formidablen Kriegshafen gemacht werden soll.

1. Vor der Einfahrt der Hafenstrasse ist etwa auf 200 Toisen weit nicht Tiefe genug für Kriegsschiffe. Also müssen die Hafendämme, so weit als die seichte Stelle geht, etwa bis XI., verlängert werden.

2) Die Hafenstrasse ist wegen der niedrigen Lage der Hafendämme voller Sand geworfen! Diese Dämme müssen also wenigstens zwey Fuſs über die Springfluth erhöhet werden, und können aus einem Buschsteinbau bestehen. Ja! den westlichen, oder Fluthdamm würde ich vier Fuſs über die Springfluth erheben, und auf demselben zum Verkehr eine Bebrückung, zum Ziehpfad dienend, anlegen. Auf diese Weise werden die Fluthen nicht seitwärts in die Hafenstrasse einfallen, und der Spühlstrom wird während den Fluthen zwischen den zwo Dämmen eingeengt, und schnell strömen, folglich eine gute Wirkung ausüben!

3) Ist die Hafenstrasse verschlämmt, und die Erfahrung hat bewiesen, daſs die vorhandenen Spühlschleusen dieselbe nicht tief erhalten können, weil sie zu entfernt von der Mündung dieser Strasse liegen; also müssen zwey neue Spühlschleusen etablirt werden. Ich würde sie in den Hafendämmen bey *y* anlegen; der westlichen aber fünfzehn, der östlichen 43 Fuſs Oeffnung geben, und diese zugleich als Kammerschleuse zum Durchfahren der Schiffe, einrichten. Die Spühlbusen (Bassins) dieser zwo Schleusen können in A und B ausgegraben werden. Jenes oder das westliche Baſsin A komme der niedrigsten Ebbe gleich, dieses oder das östliche neun Fuſs unter dieser Ebbe zu liegen.

*) Der Unterschied des ordinären hohen und niedrigen Wassers beträgt 16 Fuſs.

Das erstere würde auch zur stationirung einer Kriegsflotte von 200 segeln und das in B für kleine Fahrzeuge dienen. Damit diese Bassins von der seeseite nicht bombardirt werden können, so müsten sie mit dem punctirten wallgang und der Brustwehr umzogen werden *). Diese letztere erhielte eine Böschung nach dem Meere zu, von 8 Fuss auf den Fuss Höhe. Und ihr Fuss werde mit einem Buschbett, Ziegelgraus und dann mit grossen steinen, bis zur höchsten sturmfluth hinauf bekleidet, wie diess an dem Deiche des Kielplatzes am Nieuwendiep (man sehe die Profile T. 47.) geschehen ist. **) Der wallgang liege 10 Fuss über die springfluth. Die ganze wallmasse werde inwendig mit sand gemacht, um Kosten zu ersparen: denn die Bezirke A und B bestehen nur aus sand. Die oberfläche dieser Schutzwehren wird 2½ bis 3 Fuss dick mit schlamm aus dem Hafen und den Bassins und ½ schuh dick mit Rasen bedeckt werden. Längs dem innern wallgang vor dem Bassin A komme ein Kay von 12 Toisen Breite. Derselbe bestehe bis sechs Fuss über die Ebbe aus einem Pfahlrost in der Breite von 20 Fuss. Und dieser Pfahlrost gehe durch ein Bett von sinkstücken und darüber ziegelgraus; jedoch nur auf eine Breite von 10 Fuss und bis zur Höhe der täglichen Ebbe. Auf diese weise werden die grössten schiffe sich zehn Fuss vom Kay, und die kleinern, die 16 Fuss tief gehen, nahe an den Kay anlegen können. Alsdann werden die spühlschleusen bey *y* die Hafenstrasse tief erhalten, und bey *C* wird man die Magazine etabliren können. Mit diesem vorschlage scheint mir also der grösste Nachtheil, der nämlich darin besteht, dass Dünkirchen keine geschlossene und sichere Rhede hat, gehoben zu seyn, weil in dem grossen Bassin die schiffe stationiren werden.

4) Da die Hafenstrasse in paralleler und gerader Bahn läuft, so rollen die wogen in ihr ununterbrochen fort, und in den Hafen hinein, machen also die Lage der schiffe unruhig und unsicher. Ferner ist der vorhafen I. I. zu enge. Um diese Nachtheile aufzuheben, müsten daher die schleusenwände bey *y* so weit in die Hafenstrasse hineintreten, dass nur eine Passage von 100 Fuss übrig bliebe. Solche Beengung würde auch den vortheil gewähren: dass die Direction der schleusen sich der Direction der Hafenstrasse soviel als möglich näherte. Von 15 bis zu diesen schleusen müste alsdann der vorhafen angelegt, also trichterförmig nach den Linien 15 *y* und o x gestaltet seyn. Auf diese weise würden sich die wellen in der Hafenstrasse, *hafenwärts* mehr als *seewärts* ausdehnen, und ihre Gewalt verlieren; also die schiffe im vorhafen ganz ruhig liegen. Die schleusenthore werden, wegen der darauf anfallenden wellen, stark fatigirt werden; aber das ist ja bey allen seeschleusen der Fall, und dafür legt man Fluththore an! Die schwierigkeit in diesem sandboden eine schleuse zu

*) Zur Zeit eines Krieges können, sehr schnell, auf dem Strande Batterien von Schanzkörben errichtet werden, so dass also diese Bassins gar nicht von der See beschossen werden können. Auch wird ja die Rhede mit wachtschiffen belegt.

**) Kurz man mache diese Seewehre nach dem citirten Seedeiche, die Steindossirung und das Buschbett wird jedoch nur längs dem jetzigen Strand und nicht an den Dünen hinlaufen.

erbauen, wird sich mit Pfahlrosten und Sinkstücken überwinden lassen, wie ähnliche Schwierigkeiten bey der Mardyker-Schleuse und bey Katwyk überwunden sind. Auch wird hier ein Viereck a′ b′ c′ d′ von 4600 Quadrattoisen zu einer Höhe bis unter dem Schleusenboden mit Sinkstücken, nach der ganzen Breite, zu belegen seyn! Diese Sinkstücke mögen drey Fuſs dick gemacht werden. In der Mitte dieses Bezirkes werde eine Lage von Thon oder Kiesel und frischgelöschtem Kalck gelegt, und auf ihrer Oberfläche kleiner Steingraus oder Kiesel, welcher in die Oeffnungen zwischen den Reisern des Faschinenbaues einfällt. Alsdann erst nehme man die Einrammung der Grundpfähle vor. Ist diese vollzogen, so mag die gesammte Oberfläche mit Kiesel beschüttet, und mit Trasmörtel, oder frischgelöschten Kalck begossen werden. Auf diese Weise, und wenn man den Schleusenboden, wie an der Slykerschleuse construirt, wird auch hier im Sandgrunde eine dauerhafte Schleuse erbaut werden können.

Dünkirchens Vorhafen I I, so wie die Baſsins B und A werden überdieſs gegen heftige Seestürme durch den hohen, um dieselben anzulegenden, Wall gedeckt werden. Um in diesen Bassins noch mehr Ruhe zu bewirken, würde ich anrathen, den Strand mit Stroh und Helmpflanzungen nicht nur zu conserviren, sondern zu erhöhen, welches man gegenwärtig unterläſst.

5) Wird oberhalb der *Berger-Schleuse* ein für sich bestehender Spühlbusen auszugraben, und zu umdämmen seyn, damit das Meerwasser zu einer für die Spühlung nöthigen Höhe in dieses Bassin eingelassen werden könne, ohne den Abfluſs der Innern-Land-Gewässer zu stören. Ist dann die Hafenstrasse vertieft, so wird der Spühlstrom, wegen des gröſsern Abhangs, den die vertiefte Hafenstrasse darbietet, auch in dem Hafen selbst Austiefung hervorbringen.

6) Auf dem westlichen Hafendamm wären zur Bequemlichkeit und Sicherheit der Schiffahrer zwo Leuchtfeuer zu errichten: nämlich eines auf dessen Ende und das zwote zwischen a′ und b′. Jenes mag aus einem Thurme bestehen, dessen Durchmesser 24 Schuh groſs ist, und derselbe werde aus Werkstücken, dreyſsig Schuh über die Sturmfluth hoch, aufgeführt. Dessen Basis oder Fundament bestehe aus einem, auf Sinkstücken gegründeten, Steinwall, welcher sich zehn Fuſs über die Springfluth erhebe, und bey dieser Höhe eine Halbzirkel-Batterie von 36 Feuerschlünden formire. Der zweyte Leuchtthurm sey dreyſsig Schuh höher, als der untere, damit man die zwo Leuchtfeuer, auf der See, genau unterscheide. Endlich ist in dem Hafenbezirke noch eine Schiffsdocke zu erbauen, wann es fehlt.

Wenn ich nun einen beyläufigen Anschlag, nach Maaſsgabe, wie dergleichen Arbeiten in Holland bezahlt werden, entwerfe, so wird die Ausführung dieses Projectes auf zehn Millionen Livres zu stehen kommen. Das ist ein Drittel von den Summen, welche bey den Anlagen zu Cherbourg verwendet sind.

§. 80. Doch ich will noch einen zweyten, bereits in der ersten Auflage angeführten Vorschlag machen, um Gelegenheit zu geben: über diesen Gegenstand weiter nach-

zudenken. Derselbe setzt die correction der Hafenstrasse, die Anlage einer Schiffsdocke und zwo Leuchtthürme voraus, und ich beziehe mich deswegen auf den ersten vorschlag. Anstatt aber die zwo Bassins B und A anzulegen, erweitere man den Hafen von 15 nach 4 und *y*, so wie von *o* nach I, lege mitten in der Hafenstrasse bey y eine Kammerschleuse an, nach der construction derjenigen, die in Gouda und bey Schiedam in Holland liegen und die in der Folge beschrieben, und in Zeichnung mitgetheilt werden sollen. Diese Schleuse wird nicht nur die hohen Sturmfluthen vom Vorhafen I I abhalten, sondern auch zur Spühlung der Hafenstrasse dienen. Der Hafen wird alsdann das Bassin und den Spühlbusen zugleich bilden, bis die Hafenstrasse für Kriegsschiffe tief genug ist. Der Hafen würde aber mittelst der Schleuse *c* gespühlt. Dieses Project wird nicht über fünf Millionen Livres erfordern.

Damit der Handel oder die Schifffahrt, während an den Werken gearbeitet wird, nicht unterbrochen würde, müsste ein Canal längs c′ d′, um den abgedämmten und für die Schiffe bestimmten, Bezirk gegraben, und in den Hafen geführt werden.

Im Jahr 1811 ist (nach dem Moniteur) in dem Hafen von Dünkirchen oder in der Hafenstrasse eine Spühlschleuse angelegt worden; aber auf welcher Stelle ist mir unbekannt. Wenn sie auf der Stelle erbauet ist, welche Perronet (recueil de mémoires par Le Sage 1810 (1. 69.) angegeben, so liegt sie 800 Toisen unter der Berger-Schleuse in der Hafenstrasse.

Von der vortheilhaften Lage Dünkirchens glaube ich nun noch erwähnen zu müssen, dass es nach Vollendung des Canals von St. Quentin auch für den Handel noch nützlicher werden wird!

Dünkirchen wird aber auch jedem Ingenieur wegen seiner Befestigung wichtig seyn (s. Tab. 63.). Dieselbe ist zu verschiedenen Zeiten bewerkstelligt worden. Im Jahr 960 wurde es von Baudouin, Grafen von Flandern, mit einer Mauer, die 12 Thürme erhielt, umgeben, dann durch Robert von Marle mit einer Menge Thürme und zwey Ravelins befestigt, und hatte 1658, als es *Turenne* mit Sturm einnahm, zehn ziemlich regelmässige Bastionen. Zu den grössten und wichtigsten Festungen Frankreichs konnte es vor dem Utrechter Frieden (1712) gezählt werden. Vauban ~~hatte~~ alles aufgebothen, um es sowohl durch künstliche Inondationen, als mit den ausgedehnten Werken und den Forts gegen alle Angriffe, soviel das Genie vermag, möglichst zu befestigen. Der Leser, dem die Befestigungskunde wichtig ist, wird eine Belehrung in der Architecture hydraulique de Belidor Partie 2. T. I. über alles dieses finden; ich bemerke also nur noch: dass auch die gegenwärtige Festung Dünkirchens sehr wichtig ist, weil sie, meines Wissens, die grössten Werke nach einem Befestigungssystem, das keine Bastionen hat, aufweisst und nur der zwischen den Canälen Moeres und von Bergen liegende Theil ist so wieder hergestellt, als ihn Vauban erbauet hat. Diese neue Angulair-Methode, welche hier noch unregelmässig ist und die, wenn ich nicht irre, im Revolutionskriege in der Eile angewendet wurde, wird von Kennern der ehemaligen Methoden weit vorgezo-

gen, weil sie wohlfeiler und leichter auszuführen, jedem Terrain besser anzupassen ist und dennoch eine solche Haltbarkeit als eine mit Bastionen versehene Festung darbietet. Ich will über diesen wichtigen Gegenstand aus dem Werke von *Carnot*, de la défense des places fortes, das auf Befehl des Kaisers 1811 gedruckt ist, folgendes anführen, um die Aufmerksamkeit meiner Leser auf diese Sache rege zu machen; denn ich bin überzeugt, daſs alle Ingenieur-Officiers, welche sich wissenschaftlich bilden, mit der Wasserbaukunst nicht unbekannt bleiben. Carnot sagt nämlich p. 513, daſs es nicht zweifelhaft sey, die neu anzulegenden Plätze besser und wohlfeiler als nach den Systemen von Vauban anzulegen: il faut le dire franchement (dit M. Carnot) à des hommes faits pour entendre la vérité; ce serait en renonçant au système bastionné, qui, tout dispendieux qu'il est, n'atteindra jamais la perfection dont le simple *système angulaire* est susceptible. Il y a quelques années seulement que les Casemates étaient absolument proscrites; aujourd'hui elles sont non — seulement admises, mais regardées comme nécessaires, et proposées par les plus habiles ingenieurs. De là à l'adoption du système angulaire, etc.

§. 81. *Beschreibung des Hafens von Nieuport* Tab. 63. Nieuport würde in dem Fluſs *Yperlee* keinen Hafen finden, wenn die Fluth nicht 15 Fuſs hoch in die Hafenstrasse, welche man mit Höftern und Hafendämmen einzuschränken und tief zu erhalten gesucht hat, stiege. Der östliche 1778 verlängerte Hafendamm besteht von H bis C aus einem durchsichtigen Holzbau; von C bis D aus Faschinenwerk; von D bis 4 ist das östliche Ufer unbedeckt, und da liegen vier perpendiculäre Busch- oder Faschinenhöfter 1. 2. 3. 4. Der westliche Hafendamm besteht, an seinem Ende E. K., aus einem Pfahlwerk; von diesem bis zum Fort *Vierboot*, worin der Leuchtthurm steht, aus Faschinenbau. In dieses Hafendammes Nähe liegt auf dem Strande ein aus Ziegelsteinen erbaueter Thurm bey I, den man *Tour en brique* nennt. Wahrscheinlich hat er ehemals zum Leuchtfeuer gedient. Jetzt brennt aber das zweyte Leuchtfeuer auf dem groſsen Leuchtthurm L (le Phare ou grande Tour à feu).

Um die Innern-Canäle, welche von *Fürne*, *Ypern* oder *Dixmuyden* und *Ostende* nach *Nieuport* gehen, mit dem Hafen und der Hafenstrasse zu verbinden, und sie auszuwässern, sind mehrere Schleusen nothwendig gewesen: als die *Fürner-Schleuse* (N), welche i. J. 1777 erbauet ist. 2) Die Schleuse O genannt *écluse de coteau*, welche zum Einlassen des Wassers in den Festungsgraben dient. 3) Zu dem nämlichen Behufe diente die Schleuse S. Die vierte Schleuse ist die gröſste, sie heiſst das *Sas von Ypern* oder die *Schleuse von Vauban*. Ihre Weite beträgt 24 Fuſs, sie ist auf eine sinnreiche Art von Vauban gebauet, und hat zwey paar Ebbe- und zwey paar Fluththore, dient zum Spühlen des Hafens und als Kammerschleuse zur Schifffahrt, auch befördert sie die Auswässerung. Das *Sas von Flandern* (Q), auf dem Canal von *Ostende*, ist die fünfte Schleuse, zur Schifffahrt und Entwässerung dienend. Die sechste Schleuse, (VI) genannt die *östliche Schleuse*, dient zur Auswässerung derjenigen

Gewässer die von *Fürnes* kommen. Bey VII liegt die alte Schleuse *de Leke* auch *Engelshuyschen* genannt. Endlich liegt bey dem Fort Nieuwendamm, welches auf dieser Karte nicht mehr angebracht werden konnte, (man sehe die Ferrarische Karte von Brabant) die *Alte* - und *Neue-Schleuse* von Nieuwendamm.

Die von *Nieuport* ausgehende Hafenstrasse ist zu lang, als daſs sie tief seyn könnte, weil man keinen Fluſs noch einen hinreichenden Spühlstrom durch sie geführt hat. Das erstere konnte nicht geschehen, und das letzte wird wohl unterbleiben, da der Handel von *Nieuport* unbedeutend ist.

§. 82. *Beschreibung des Hafens und der Rhede von Ostende* Tab. 63. Der Seehafen zu *Ostende* ist, besonders der Inneren Schifffahrt wegen, von groſser Erheblichkeit; denn die Waaren werden auf einem etwa 120 Fuſs breiten Canal, worauf die Slykense Schleuse liegt, nach *Brügge* und *Gent*, verfahren. Vor Erbauung dieser Schleuse, das ist vor 1672 *), war Ostende, nur unbedeutend; nachher hob sich der Handel sehr; am blühendsten war er im letzten americanischen Kriege.

Die Bauwerke, welche *Ostende* darbietet, sind nicht nur in Rücksicht des Hafenbaues, sondern auch des Seeufer - und Schleusenbaues wegen wichtig. Ich will hier bloſs die Werke des Hafens beschreiben, in soweit ich sie durch eigne Local-Untersuchung kenne, zuvor aber einiges über die Ebbe und Fluth und die Rhede anführen.

Nach den Beobachtungen des Ingenieurs Ferrageau (von der Höhe der Ebbe und Fluth), steigt die Fluth in dem Hafen von Ostende, während dem Sysigien, 16½ Fuſs; während den Quadraturen 10 Fuſs 8 Zoll. Zu den Aequinoctialzeiten, wenn die Winde stark aus Nordwesten blasen, aber 12 bis 19 Fuſs, ja am 8. Fructidor, 2ten Jahr, ist sie sogar 21 Fuſs hoch gestiegen.

Von der Rhede will ich nur kurz bemerken, daſs sie aus 3 Ankerplätzen besteht; auf welchen aber die Schiffe bey Stürmen nicht sicher liegen. Der erste Ankerplatz wird von einer Sandbank, genannt *Strombank*, gebildet. Sie fängt beym östlichen Einfahrtsdamm an, geht vor des Hafensmündung vorüber, und läuft sodann westwärts. In dem Zwischenraum von 600 Toisen, den diese Bank zwischen sich und dem Gestade läſst, und welches der Ankerplatz ist, findet eine Tiefe von 20 bis 25 Fuſs statt, aber der Grund ist schlammigt, und also für die Anker nicht haltbar genug. Der zweyte Ankerplatz ist besser als der erste, und 30 bis 35 Fuſs tief. Er liegt zwischen der *Strombank* und der Bank *le Land*, welche gegen der Blankenberger Schleuse über anfängt, und gleichwie die Strombank, zwey Stunden westwärts vor Ostende vorbey läuft. Den dritten Ankerplatz wählen die groſsen Schiffe. Er ist 6000 Toisen vom Gestade entfernt, und heiſst *le Stroopisel*, dessen Tiefe geht bis zu 15 Klafter, und der Grund ist zäher Schlamm: er ist von drey Sandbänken gedeckt,

*) In diesem Jahre wurde die alte Schleuse bey T Z, zwischen den Forts Slykens und Philipp, erbauet. Diese Schleuse stürzte 1752 ein, und 1754 wurde die jetzige groſse Schleuse angefangen.

welche *Abanis* und *van Inderbanis* heifsen. Die weiteste ins Meer gehende Sandbank entfernt sich sechs Lieues Nordwestwärts.

Diese letzteren Sandbänke (*Inderbancs*) haben bey der Ebbe 4 bis 5 Fufs Wasser. Auf der *Strombank* ist alsdann eine Tiefe von 10 Fufs; auf der Bank le Land und den Bänken Abanis ist aber 12 bis 13 Fufs Tiefe. Keine von diesen Bänken ist beweglich. Es mufs endlich noch bemerkt werden: dafs ein Schiff, welches $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lieues im Meer ist, auch einen Ankergrund findet, wenn es den Thurm von *Guestel* vor sich, *Ostende* westlich, und das Fort *Albertin* östlich hat. Hat es aber den Thurm von Guestel mit dem von Ostende oder mit dem Fort von Albertin in einer Linie, so findet es keinen guten Ankergrund.

§. 83. *Die Ebbe - und Fluthströme* haben vor Ostende nach den Beobachtungen des Ingenieurs *Ferrageau*, zu den Aequinoctial-Zeiten eine mittlere Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Lieue; bey der gewöhnlichen Fluth eine Lieue in der Stunde. Der Strom läuft Südwest und Nordost, drey Stunden. Nachdem das Meer seine gröfste Elevation erreicht hat, folgt die Ebbe den entgegengesetzten Weg. In gleicher Zeit, nachdem das Meer gefallen ist, folgt der Strom, 3 bis 4 Lieues vom Gestade, die Richtung S. S. W. und N. N. O.

Die Ursachen, welche die Versandung des Hafens bewirken, sind folgende: 1) Ist es der herrschende West- und Nordwestwind, der den Sand mit der Fluth anführt, und welcher die Wogen in die Mündung des Hafens hineinrollt. Diese Wirkung wird dadurch noch vergröfsert, dafs der östliche Einfahrtsdamm *N* 30 Toisen weiter in das Meer hineinreicht, als der westliche. Es entsteht also längs diesem eine Schwächung des Stromes, und zur Zeit des hohen Meeres ein Widerstrom, welcher den Sand, den die Karte (Tab. 63.) angiebt, fallen läfst. Längs dem östlichen Damm strömt aber die volle Fluth ohne Hindernifs ein; daher ist auch die Tiefe vor ihm hin so beträchtlich. Die zweyte Ursache der Versandung liegt in der zu grofsen Breite, der Mündung, welche 80 Toisen beträgt, ungeachtet der Hafen in der Nähe der Bassins, zwischen *z s*, nur 50 Toisen breit ist. Dieses sollte aber gerade umgekehrt seyn, indem man die Hafenstrassen meerwärts enger als Hafenwärts machen mufs. S. I. B. S. 629. Die Concavität M des östlichen Einfahrtsdammes, und die Convexität R des westlichen, ist die dritte Ursache der Versandung, weil mittelst dieser Form die ausströmende Ebbe dem herrschenden Nord-Nord-West- und Westwinde entgegenläuft; also die Heftigkeit der einrollenden Wogen und die einströmende Fluthmasse, die den Sand bringt, vermehrt. Endlich bringen 4tens die Innern-Canäle eine Menge Schlamm, wozu noch eine Schlickmasse kömmt, die höchst wahrscheinlich aus der Mischung des süfsen- und Meerwassers entbunden wird. I. B. S. 126. Die Hafenstrasse ist auch von allen diesen Materialien sehr augenscheinlich erhöhet worden, und die Tiefen-Messungen, welche in dem Hafen 1785 und 1794 angestellt sind, zeigen die sehr beunruhigende Erhöhung des Betts, da wo z. B. im Jahr 1746 Fregatten von 30 Kanonen Anker warfen, kann man jetzt zur Zeit der Ebbe trockenen Fufses gehen.

Der Eingang des Hafens ist dergestalt von einer Sandbarre gesperrt, dafs man, wenn man sich dem östlichen Hafendamm auf fünf Toisen nähert, bey der Fluth nur eine Tiefe von 4 Fufs findet. Während jedes Monats können daher die Schiffe nur etwa 6 Tage, durch eine enge Oeffnung, mit 20 Fufs Wasser einlaufen, und wenn das Meer nicht ruhig ist, so dürfen Fregatten von 28 Kanonen, wiewohl sie nur 18 tragen, sich nicht der Gefahr aussetzen, durch die enge Rinne der Hafenmündung zu passiren. In dem Hafen selbst aber und vorzüglich längs dem östlichen Damm findet eine hinreichende Tiefe statt, sie beträgt bey der Ebbe 13 bis 15 Fufs.

§. 84. *Die Verbesserung des Hafens* würde meiner Ansicht nach darin bestehen, 1) dafs man den Eintritt des herrschenden Nordwestwindes, und also auch das Einrollen des Sandes, mittelst Verlängerung des westlichen Einfahrtdammes verhindert. B. I. S. 628. Diese Verlängerung wird von *f* nach *z* gehen müssen, womit er 70 Toisen weiter als der östliche in das Meer hineingehen mufs. Vorne wird derselbe einen cirkelrunden Kopf *z* erhalten, um den Schiffen das Einlaufen zu erleichtern, und in diesem Kopfe wird (in dieser Absicht) eine Laterne und Duc d'Alben auf jeder Seite stehen müssen.

In dem Hafendamm zwischen *z* und *f* müssen gleichfalls Duc d'Alben kommen, um zur Zeit hoher Stürme, das Einhohlen oder Bugsiren der Schiffe zu erleichtern. Diese Anlegepfähle sowohl als die Laterne werden dem Seemann bey hohen Stürmen als Zeichen dienen; insbesondere wird die Laterne nöthig seyn, um bey Nacht einlaufen zu können, weil dieselbe und der Leuchtthurm (S. T. 63. Shore) die Richtung und Lage der Hafenmündung genau angeben wird.

Dieser neue Einfahrtsdamm *f z* wird nach derselben Construction und Stärke aufgeführet werden müssen, wornach der grofse Hafendamm am holländischen Seehafen Nieuwendiep (B. I. S. 650.) aufgeführt ist. Seine Höhe würde ich aber sechs Fufs über die ordinäre Fluth legen, damit er bey den Aequinoctial-Fluthen in der Hafenmündung den Spühlstrom einengte; mithin dessen Geschwindigkeit und Austiefungsvermögen verstärkte. Vermittelst diesem projectirten Werke wird der Nordwestwind, welcher den Sand anrollt, nicht mehr so wie ehemals in den Hafen hineinstreichen, die Schiffe werden darin also auch ruhiger liegen und dem Sande, welcher von Nordwesten herkömmt, wird der Weg versperrt seyn. Dann würde ich vor der concaven Stelle M eine grofse, aus Faschinen- und Steinbau bestehende, Böschung vorlegen, und auf diese Weise die Hafenstrasse zu schmälern trachten; auch wo möglich zwischen P und L eine Spühlschleuse errichten.

§. 85. Jetzt will ich den Vorschlag, welchen der Ingenieur *Ferrageau* gemacht hat, erwähnen. Er meynt nähmlich einen Spühlbusen und Spühlschleusen anzulegen, auch die Form der Einfahrtsdämme zu verändern; endlich das tiefe Terrain, die *goodloose Crique* genannt, worin die Fluth eintritt, mittelst eines niedrigen Werkes bey

A B zuzuschliefsen. Er machte den Anschlag zu diesen Arbeiten, und zur Verbesserung der Hafenwerke von Ostende, auf 8 Millionen Livres. Erwägt man aber, dafs die Fluthmasse, welche sich in dem goodloosen Crique ausbreitet, bey jeder Ebbe durch den Hafen strömt, so dürfte man genöthigt seyn, dessen Zuschliefsung zu verwerfen. Ja, man ist in Ostende der Meynung, dafs, da seit 1750 der Hafen an Tiefe abgenommen hat, die Abdämmung des 2500 Morgen grofsen Catharinen-Polders, worin sich jede Fluth ausbreitete, eine Mitursache der Versandung gewesen ist. *Was aber die Anlage einer Spühlschleuse betrift, so kann man den grofsen Nutzen, welchen sie gewähren wird, nicht verkennen* *). Sie ist daher im Jahr 1810 wirklich ausgeführt worden.

§. 86. *Die Werke des Hafens* sind folgende: Von 2 bis B, unterhalb dem Fort *Slykens*, steht eine Estacade **) Fig. 8. und 9. Tab. 66. um den Canal von dem goodlosen Crique abzusondern. Von E bis F liegt ein Steindamm T. 63. der ordinären Fluthhöhe gleich. Von F bis G steht wieder eine Estacade Fig. 9. Tab. 66. Bey *U T S P* und *Q* Tab. 63. stehen gleichfalls Estacaden. Von Q bis O liegt aber ein Steindamm, auf einer Unterlage von Faschinenbau, welcher gröfstentheils der ordinären Fluthhöhe gleich ist. Von *Y* bis *X*, und von *W* bis *V* gehen zwey solche Dämme bis zum Glacis. Auf der rechten Seite des Hafens oberhalb *H*, ist der Deichfufs und die Dossirung mit Ziegelgraus gedeckt, wozu man einen Theil des Schuttes von der von den Engländern gesprengten Slykerschleuse genommen hat, und diese Ziegelgraus-Beschüttung ist sehr zweckmäfsig. Von *H* bis *K* steht wieder eine hölzerne Estacade, von *K* bis *L* liegt ein Steindamm der ordinären Fluthhöhe gleich. Von *L* bis *N* steht ein Holzbau, dessen Profil, in Fig. 10. Tab. 66. gezeichnet ist. Er ist nur vorne verschaalt, sonst besteht sein Inneres, einige Fufs unter der ordinären Fluthhöhe, aus einem Faschinenbau. An der östlichen Seite ist er von *L* bis *M* mit einem kleinen Schlickdämmchen, welches mit Stroh bekrampt ist, und das der ordinären Fluth gleich liegt, versehen. Von *M* bis *N* liegt an dieser Seite eine Steindossirung. An der westlichen Seite geht noch, von dem Leuchtfeuer (Phare) ab, ein Höft bis O, dessen Profil in Fig. 6. Tab. 57. gezeichnet ist. Sein Obertheil besteht aus einem durchsichtigen Holzbau. Dieses Höftes Seitenpfähle *A A* stehen etwa 1 Fufs auseinander, und es ist anmerkenswerth, dafs dieselben, so wie fast alle äussere Pfähle an den Seehöftern, vor dem Ostender-Seedeich, ob sie gleich mit kleinen Schaalthieren umgeben sind, von dem beständigen Anschlagen der Wellen, an ihrer Stärke viel verlohren haben. So sind z. B. Pfähle *a b c d* Fig. 8. Tab. 57. verkleinert worden, wie die Figur zeigt, und das etwa in Zeit von 50 Jahren. Diefs ist eine abermalige Warnung, dafs man sich des Holzbaues so wenig als möglich bedie-

*) Meine Worte der ersten Auflage II. Bd. S. 480.

**) Die französ. Ingenieurs nennen dergleichen Holzwerke, die im Innern nicht ausgefüllt sind und die aus Pfahlwerk bestehen, Estacaden; wenn sie nähmlich zum Anlegen der Schiffe dienen. Sind es blofs Hafenwände, so nennen sie solche Werke ouvrages à clair - voie.

nen müsse. Von *e* bis *f* steht noch ein kleines Pfahlhöft, welches die Wogen mäſsigen soll, das aber ganz unnütz ist, Fig. 7. Tab. 57. stellt dessen Profil dar. Von *R* bis *r* Tab. 63. liegt ein Steindamm. Zwischen dem Hafendamm *PR* und dem Glacis liegt viel Sand, den man mit geringen Kosten durch Helmanpflanzung, fixiren, erhöhen und begrünen könnte.

Zu Ostende sind vier Bassins, das erste (*k*) ist 120 Toisen lang und 20 Toisen breit, an der nordwestlichen Seite ist es mit einem steinernen Kay, und an der südöstlichen mit einem hölzernen versehen. In dasselbe ergieſst sich auch das Wasser der Festungsgräben, durch eine Schleuse *e*, welche mit zwey Aufziehschützen versehen ist. Die drey neuen Bassins *ghi* sind mit einer Schleuse *C*, von 36 Fuſs Oeffnung, verschlossen, und communiciren dann unter einander. Diese Schleuse, vor etwa 32 Jahren angelegt, dient also die hohen Sturmfluthen abzuhalten, und in den Bassins das Wasser bis auf eine hinreichende Höhe zu erhalten. Sie hat deswegen zwey Paar Stemmthore. Die zwey untern Bassins haben hölzerne Einfassungen, welche von den Seewürmern ganz zerfressen sind, und die gemauerte Umfassung des dritten Bassins ist auch sehr beschädigt. Die Bassins waren i. J. 1800, als ich diesen Hafen besuchte, mit Schlamm angefüllt, und müſsten wohl ausgebaggert werden. Zum Schiffsbau sind hier die Anstalten sehr schlecht! Man findet weder Zimmerwerfte, noch Schiffsdocken, sondern nur einen kleinen Kielplatz, in der Nähe des dritten Bassins.

Das merkwürdigste Bauwerk in der Nähe von Ostende ist unstreitig die Schleuse von Slykens, die beym Schleusenbau beschrieben werden soll. Sie dient zum Spühlen wenig, desto nothwendiger ist sie aber in Rücksicht der Innern-Canäle und der Schifffahrt auf denselben nach Ostende. Was die Seeuferbauwerke zu Ostende anbetrift, so beziehe ich mich auf das darüber B. I. S. 528. Angeführte.

§. 87. *Beschreibung des Hafens von Vlissingen* T. 63. Dieser Hafen, den ich im J. 1800 besuchte, hat zu Friedenszeiten in der *Scheldemündung* eine sehr gute Rhede. Er besteht aus den *Vorhäfen A* und *B*; aus den *Innern-Häfen K* und *I* und aus einigen Baſsins. Die Vorhäfen werden von zwey Pfahlhöftern, zwischen denen der Raum mit Steinen gefüllt ist, gebildet. Längs den Innern-Häfen und Baſsins sind von Ziegel gemauerte, und mit Werkstücken gedeckte Kays. Die Baſsins H und G, welche mittelst der Schleusen F und E von den Häfen K und I abgeschlossen sind, um eine hinlängliche Wasserhöhe zu behalten, haben eine hinreichende Gröſse und an dem erstern liegen Kielplätze. Wenn die auf diesen Werften gezimmerten Schiffe auf dem Baſsin ausgebauet sind, so gehen sie durch die groſse Schleuse unter E, in den Innern-Hafen I. Da die Häfen vorne nicht weit sind, so werden sie des Nachts mit Ketten verschlossen. Uebrigens gibt die Distribution dieser Häfen und Baſsins ein wahres Muster ab, und sie entspricht den aufgestellten Grundsätzen vollkommen. Gegen die Angriffe der Engländer scheint dieser Hafen aber nicht hinreichend gesichert; eben so wenig als die von der Schelde-Mündung gebildete Rhede, wiewohl die Insel Cadsand

groſse Anlagen erhalten hat. Die Schelde ist hier nämlich zu weit für die Stationirung einer den feindlichen Angriffen ausgesetzten Flotte. Besser wäre dazu die Rhede von Terneuse, welche ich bereits in der ersten Auflage (1801) dazu, und zu einem Hafen vorgeschlagen habe. Jetzt hat der *Kaiser von Frankreich* nach einem Decret vom 10. May 1810 die Anlage eines Baſsins in der Insel *Cadsand* oder bey Terneuse anzulegen beschlossen, welches 20 Linienschiffe aufnehmen sollte. Dieses Bassin wollte man im Sommer 1811 vollenden. Die groſse Schleuse in Vlissingen, welche die Engländer bey ihrer letzten Einnahme dieses Hafens ruinirten, ist im Jahre 1810 tiefer gelegt und, besser als zuvor, erneuert worden! Auch die Vertheidigungsanstalten sind sehr verbessert. Das Fort Montebello faſst 80 Kanonen; das mit dem Fort Ramekens verbundene Fort St. Hilaire funfzig; die Bastionen nach der Seeseite und der Schelde sind mit sechs und dreyſsig Pfündern und Mörsern à la Gomer besetzt. Man hat die künstliche Inondation verbessert, die sich auf 150 Toisen ausdehnt, und die vermittelst Verschanzungen vertheidigt wird.

§. 88. *Der Fluſshafen von Antwerpen* T. 63., konnte i. J. 1800, als ich ihn besuchte, für einen soliden Hafen nicht erkannt werden; denn bey Eisgängen gewährte er nicht die mindeste Sicherheit. Längs dem Ufer waren viele Buchten, z. B. bey *c*, die das Verkehr an dem Kay sehr erschweren; dann muſste man, um von der einen Seite solcher Bucht bis zur andern zu kommen, in die Stadt hinein, das ist also ein wesentlicher Fehler, und es sollten über diese Buchten Brücken liegen. Sie verursachen auch bey hohem Wasser Widerströme, die den Schlick und Sand, längs dem Kay, fallen machen. In dieser Hinsicht ist der von dem Ingenieur Carrière gemachte Vorschlag — von *a* nach *b* einen durchsichtigen Holzbau, mit einigen Oeffnungen, zu errichten, den ich durch Sinkstücke einrammen lassen würde — sehr zweckmäſsig. Auf diese Weise werden die Schiffe gegen den nicht rapiden Eisgang der Schelde geschützt, und der hohe Strom kann noch durch die Holzwand hindurch: also den Hafen tief erhalten. Sobald nun Antwerpen zu einem Kriegshafen bestimmt war, muſsten Bassins für die Schiffe und zu ihrer Reinhaltung eine Spühlschleuse erbauet werden. Diese Bassins sind, nach den öffentlichen Blättern, jetzt vollendet und liegen in der Stadt am westlichen Ende. Sie sollen dreyſsig Schiffe aufnehmen. Nach dem Kaiserlichen Decret aus Schönbrun vom 25. Sept. 1809 sollen auch die Schiffswerfte so eingerichtet werden: daſs man darauf 12 Kriegsschiffe zugleich erbauen kann. 3) Sollte der Hafen oder die Rhede von dem Wall der Festung gedeckt werden und dreyſsig Kriegsschiffe fassen, ohne sich weiter als bis zu dem Dorfe Osterwel auszudehnen. Ferner sollten die Vertheidigungswerke von Antwerpen und längs der Schelde dergestalt eingerichtet werden: a) daſs die Inondationen den Feind 1800 Toisen von Antwerpen entfernt hätten, b) daſs diese bis zum Fort Batz ausgedehnt werden, c) Antwerpen gegenüber sollte eine die neue Caserne, das Arsenal, die Pulvermagazine und die militärischen Vorräthe aufnehmende Festung angelegt werden, und diese sollte durch eine

Inondation gedeckt seyn. d) Die Forts *Philippe*, *Cadsand*, *Hulst*, *Axel* und *Sas van Gent* sollten hergestellt, und bey Terneuse ein neues Fort angelegt werden.

§. 89. *Der Hafen von Middelburg* besteht aus drey Bassins, die mit eben so viel Schleusen verschlossen sind. Die künstliche Hafenstrasse ist 800 Ruthen lang, zwischen zwey hölzernen Dämmen geleitet, und der dahin führende Canal mündet sich in die Schelde ein. Das Bett dieser Hafenstrasse, von welcher nicht einmal der obere in der Stadt liegende Theil mittelst einer Spühlschleuse, die einen zu kleinen Spühlbusen hat, rein gehalten werden kann, erhöhet sich auf eine für *Middelburg* äuſserst beunruhigende Weise, und wiewohl man hier beträchtliche Summen auf das Ausbaggern verwendet, so ist doch die nöthige Fahrtiefe nicht zu erhalten. Unter diesen Umständen scheint nichts gewisser zu seyn, als daſs Middelburg, mit der Zeit, seine Schifffahrt zur See verlieren wird, wenn nicht directe in der Hafenstrasse zwey Spühlschleusen angelegt werden können, und worüber die, vor der Hafenstrasse statt findende Circulation der Fluth und Ebbe, die ich nicht hinlänglich kenne, entscheiden muſs.

§. 90. *Beschreibung des Hafens von Helvoet* T. 46. und 63. Ehe ich zu den Werken des Hafens von Helvoet, den ich 1798 besuchte, selbst komme, will ich noch einiges von der Rhede erwähnen, wiewohl dieselbe im ersten Bande beschrieben ist. Diese Rhede hat nämlich in der groſsen Helvoeter-Platte einen mächtigen Feind, so daſs die Kriegsschiffe von Helvoet aus nicht directe, und mit einem und dem nämlichen Winde in See stechen können, sondern erst mit West oder Nordwest die Platte umsegeln, und oberhalb demselben einen östlichen Wind abwarten müssen. Dieſs ist allerdings ein Nachtheil der Rhede, aber dagegen bietet dieselbe folgende Vortheile dar: 1) Ist sie gegen die herrschenden Seestürme gedeckt. 2) Hat sie für eine grosse Kriegsflotte einen bequemen und guten Ankerplatz und hinreichende Tiefe. 3) Ist der Eingang, das Goereesche-Diep, tief und weit.

Was nun die Vertheidigung der Rhede und des Hafens anbetrifft, so scheint sie mir nicht hinreichend zu seyn, um einen kraftvollen feindlichen Angriff abhalten zu können, insbesondere, wenn die groſse Anzahl von Feuerschlünden, die ein Kriegsschiff führt, und womit es auf Landbatterien feuert, beachtet wird. Denn soll man sich gegen Angriffe von Flotten vertheidigen, so muſs man mit einigen kleinen Batterien nicht zufrieden seyn. Ein Beweis davon giebt uns das Bombardement von Coppenhagen und Vlissingen; auch der Angriff am Helder (im Jahr 1799) hat die unzureichende Wirkung einiger wenigen Landbatterien gezeigt. Bey dem Vertheidigungsplan der Helvoeter-Rhede ist überdem noch in Erwägung zu ziehen, daſs in dem Revier *Bieningen* bis vor *Willemstadt* (T. 46.) die Kriegsschiffe, wenn sie das Fahrwasser einhalten, passiren können, wovon ich durch die äusserst genau gezeichnete Cruquiusche Karte des Eylandes *Goedercde* überzeugt worden bin. Also kann diese Rhede von zwey Seiten attakirt werden, und dieſs zu verhindern, müſsten nicht nur auf dem *Springer*, sondern auch südlich der *Westernolde*, und 250 Ruthen von der Mündung

der Goereeschen Hafenstrasse, so wie auch nordwestlich Helvoets bedeutende Forts erbauet werden. Aus diesen vier Forts könnte dann aber auch die Vertheidigung complet seyn. Bey der Vertheidigung der Küsten scheint man übrigens zu leicht zu Werke zu gehen, und selbst die wichtigsten Puncte nur schwach zu fortificiren und zu besetzen, wie denn diefs der Fall mit den Mündungen der *Schelde*, der Riviere *Bieningen* und *Haringliet*; mit dem *Hoek van Holland*, dem *Maarsdiep*, dem *Vliestrom* und bey *Abukir* gewesen ist. Ueberhaupt ist eine Anweisung über die zweckmäfsigste Vertheidigung der Küsten noch zu wünschen, denn es wird zu wenig auf die furchtbaren Angriffe der Flotten auf Landbatterien geachtet. Doch ich komme auf den Hafen von *Helvoet* zurück. Dieser Hafen ist nicht grofs, und kann nur wenige Schiffe aufnehmen, auch besteht er, zum Theil, in der Hafenstrasse selbst, die 108 Schuh weite hat. Beyde Hafendämme sind von der Schleuse IV an bis *C* gemauert, und mit einem breiten Kay versehen. Von C bis zur Spitze bestehen sie aus einem Holzbau, dessen Grundrifs in der Karte des Hafens T. 63. gezeichnet ist. Dieser Holzbau ist bis zur Ebbe aus Pfahlwerk gemacht, und von da bis etwa sechs Fufs über die ordinäre Fluth aus Balkenlagen, die einen durchsichtigen Holzbau formiren, und einige Fächer sind mit grofsen Steinen ausgefüllt. Die Verlängerung des östlichen Hafendammes, welche vor einigen Jahren von H. *Blanken* ausgeführt ist, um die Wirbelströme, die sich vor der Mündung eingestellt hatten, zu entfernen, hatte wegen der Tiefe von hundert Fufs, grofse Schwierigkeiten. Die Pfähle mufsten auf einander gesetzt, und, wenn ich nicht irre, durch ein Lager von Sinkstücken getrieben werden.

Die merkwürdigsten Werke des Hafens sind nun, aufser den Hafendämmen, folgende: Das Bassin X, welches mittelst der grofsen Schleuse IV, die zugleich zur Spühlung der Hafenstrasse dient *), geschlossen, und bis zur niedrigsten Ebbe abgelassen werden kann. An dessen abhängigem Ufer VI liegen die Kielplätze. Bey VI. steht das Magazin der Takellage; bey V das Admiralitätsmagazin; westlich, nahe bey der Schleuse IV, das Landsmagazin und bey *d* stehen die Barakken.

Zu der neuesten Veränderung und Correction des Hafens gab vor dreyzehn Jahren ein besonderer Vorfall Anlafs, dafs der Inspector *Blanken* seinen sehr gut ausgedachten Verbesserungsplan hat ausführen können. Dieser Vorfall bestand darin: dafs ein auf den Werften des Bassins gebauetes Kriegsschiff sich über alle Erfahrung hinaus nach den Seiten ausgesakt hatte, (jedes Schiff dehnt sich etwas aus) und dafs es also schlechterdings nicht die fünfzig Fufs weite Schleuse IV passiren konnte. Wollte man also die grofsen Kosten, die dessen Bau erfordert hatte, nicht vergeblich angewendet haben, und in Zukunft den Bau grofser Linienschiffe vom ersten Range die 53 Amst. Fufs breit

*) Da der Spühlbusen X zu klein ist, und die Fluth nur fünf Fufs steigt, so hat der Spühlstrom nicht Kraft genug die Hafenstrasse rein zu halten, und bey C legt sich darin eine Schlickplatte an, die mit Maschinen ausgebaggert werden mufs. Also ist hier die Mitwirkung der Schlammegen, zur Zeit der Spühlung, nicht hinreichend.

sind, in diesem Basin erbauen, so mufste die Schleuse IV. erweitert werden. Diese Arbeit war allerdings eine combinirte Sache, denn es mufsten andere Schleusen angelegt werden, um das Binnenwasser, welches sich durch die Schüttschleusen *f* in das Bassin X ergofs, abzuführen, und die Schifffahrt nach Helvoet nicht gänzlich zu hemmen; auch mufste der obere Theil der Hafenstrasse und das Bassin X trocken gelegt werden, um an der Schleuse IV arbeiten zu können. Diese Zwecke suchte man nun auf folgende Weise zu bewerkstelligen, die ich bey meiner Anwesenheit in Helvoet aufgezeichnet habe.

Die Trockenlegung des Bassins ward von den zwo Abdammungen, eine in A B unterhalb der grofsen Schleuse, und die andere am obern Ende des Bassins von *b* nach *d*, bewerkstelligt. Indem also die zwo Beeren E und F trocken liegen, mufste in dem letztern Beer eine Auswässerungsschleuse, sowohl für das Binnenwasser der östlichen Polder, die ihr Wasser ehemals nach den Schleusen *f*, durch den Festungsgraben, abliefsen, als für das Binnenwasser der nördlichen Polder, die von *f* durch den Festungsgraben fliefsen wird, gemacht werden. Auch die Ausbesserung der Hafenwände von B bis zur Schleuse VI und die Wände des Bassins, so wie die Kielplätze wurden, während der Trockenlegung ausgebessert.

Ehemals flofs das Binnenwasser der nördlichen Polder durch die Schüttschleusen *f* in das Bassin X, welches eine Menge Schlick und Unrath mitbrachte, also das Bassin anfüllte; folglich ist es eine wesentliche Verbesserung für das Hafen-Etablissement, wenn dasselbe den beschriebenen Weg nehmen mufs. Damit aber das Wasser der nördlichen und östlichen Polder nach der in dem Beer zu etablirenden Schleuse F kommen kann, mufs in dem Ostbeeren bey I eine Schleuse angelegt werden. Weil nun ferner so lange an dem Bassin, der Schleuse IV, und an der neuen Auswässerungsschleuse F, gearbeitet ward, die Binnewasser nicht ausfliefsen können, ohne dafs man ihnen einen neuen Weg anweifst, so ist der Canal I K gegraben worden, und da derselbe zugleich zum Interimshafen dienen kann, so hat er die Breite von 120 Fufs, und eine Schleuse, da wo er sich mit dem Festungsgraben vereinigt, erhalten. Zu wünschen ist es, dafs diese Schleuse weit genug sey, um grofse Kauffahrer durchzulassen, und dafs sie in Zukunft zugleich zur Spühl- und Entwässerungsschleuse dienen möge, denn durch die Auswässerung der Schleuse F wird in der Haupthafenstrafse viel Schlick eingeführt werden. Die wesentlichste Absicht aller dieser neuen Anlagen ist, wie gesagt, die Erweiterung der grofsen Schleuse IV, die ehemals 50 Amsterdammer Fufs weit war. Sie sollte aber vier Schuh erweitert werden, so viel wird also von ihren Seitenwänden abgenommen, und alsdann bleibt beym Durchlassen der Kriegsschiffe vom ersten Range noch 12 Zoll Raum, d. i. auf jeder Seite 6 Zoll.

Der Wasserstand auf dem Schleusendrempel ist bey ordinärer Fluth 18 Amst. Fufs, und da leere Kriegsschiffe nur 17 Fufs tief gehen, der Schleusenboden aber convex gebogen ist, so legte man einen neuen Schleusenflur über den schadhaften.

In so fern die Drehthore nur die ordinaire Fluth zurück halten dürfen, so wurden sie erniedrigt. Auch die hohe verticale Mauer am Hintertheil der Schleuse ward abgetragen, weil sie nicht so hoch zu seyn braucht als sie ehemals war. Um die grofsen Thore vor dem Wellenschlage zu sichern, kommen in einer zu machenden Verlängerung der Mauern zwey Fugen zum Einlegen von Schüttbalken, an denen es zuvor der Schleuse fehlte.

Durch diese Anlage ist der Hafen von Helvoet, welcher im Octb. 1812 als Kriegshafen erklärt wurde, sehr verbessert, und man wird dessen gute Eigenschaften in Zukunft zweyen Männern, *Brunings* und *Blanken*, verdanken, insbesondere wegen den daselbst im J. 1802 etablirten Schiffsdocken. Zur möglichsten schnellen Leerung dieser Docke ist nach dem Entwurfe und unter Direction des Hrn. *Blanken* im J. 1801 eine Dampfmaschine mit 9 Pumpen angelegt worden, welche 400 Tonnen Wasser (à 5°′) in jeder Minute zu der Höhe von 6 bis 7 Fufs auffördert.

§. 91. Den Hafen *von Brielle* Tab. 40 und 63, an der Maasmündung in Holland gelegen, kann man mit mehr Recht zu den Flufshäfen als den Seehäfen zählen: denn die Hafenstrafse mündet sich in die Maas ein und sie ist von zwey hölzernen Hafendämmen gebildet.

Die Innern-Häfen communiciren mit der Hafenstrafse. Die Hauptspühl-Schleuse, welche deswegen besonders merkwürdig ist, weil an ihr das erste Drehthor im Jahr 1576 angebracht seyn soll, liegt bey *A*. Ihr directer Spühlbusen, das Bassin, ist klein; gröfser aber ist der Theil des Festungsgrabens von *D* bis *e*, wo Beeren liegen, und dessen Wasser zum Spühlen dienen kann, wenn die Fluth durch das Bassin, bey *D*, eingetreten ist. Eine zweyte Spühlschleuse ist die bey *c* liegende Aufziehschleuse, deren Spühlbusen der Theil des Festungsgrabens von *a* bis *d* ausmacht. Die dritte Spühlschleuse, welche bey *B* liegt, hat Drehthore und der Festungsgraben bis zum Beeren *e* ist ihr Spühlbusen. In dem jetzt stillen Brielle, blühete damals, als die Maasmündung für Seeshiffe eine hinreichende Tiefe hatte, der Handel sehr, und die Distribution der Innern-Häfen ist auch zum Verkehr gut gemacht, denn sie theilen sich in zwey Hauptäste, und geben so einen grofsen Theil der Stadt Gelegenheit, von den Kays ab, die Waaren mit Bequemlichkeit in die Packhäuser zu bringen.

§. 92. *Der Hafen zu Rotterdam* ist einer der befsten mir bekannten *Flufshäfen*.

Die Innern-Häfen, deren Lage auf Tab. 40. angegeben ist, und die alle mit der Maafs mittelst dreyer Oeffnungen communiciren, haben massive Kays und breite Strassen; sind über Eilfhundert Ruthen lang und 16 bis 20 Ruthen breit. Die Schiffsbauplätze liegen am östlichen Ende der Stadt, auf einer Insel und nahe am Flusse. Die Communication mit dem Innern des Landes nach Haag und Leyden ist durch einen Canal bewerkstelligt: doch diefs ist ja bekannt genug; aber nicht so sehr die Gefahren, welche Rotterdam, wegen der Verringerung des Fluthstroms in der Maas und der Versandung dieses Flusses, bedrohen, und ich verweise in dieser Rücksicht auf den I. B. S. 423.

§. 93. Der *Flufshafen von Gouda an der Yssel Tab.* 35. wird nicht nur von den Innern-Häfen *BC*; dem Bassin *FC*, sondern auch von der Gouwe *AD* formirt. Die Hafendistribution zu Gouda ist deswegen vortheilhaft: weil der Haupthafen senkrecht auf der Richtung des Stromes steht, denn die Yssel ist ein Fluth- und Ebbestrom, folglich kann das Wasser in den so gerichteten Hafen zum ungestörtesten ein und austreten. Wenn mit der *Dunkerschleuse c* die in der Folge beshrieben und in Zeichnungen dargestellt wird, gespühlt werden soll, so müssen die Schleusen *F* und *G* zubleiben, damit die *Gouwe*, welche mit ihnen communicirt, nicht mit zu viel Wasser belastet wird. Damit aber die Stadtcanäle oder Gragten gespühlt werden, geht ein kleiner Canal von der Schleuse *G* ab, durch den der Spühlstrom in die übrigen Gragten fliefst. Sind diese Gragten zur Fluthhöhe angelaufen, so öffnen sich die Thore der Schleusen *F* und *G* und das Wasser fliefst zurück, und zwar durch die Dunker-Schleuse, nach dem Hafen *CB*, der eine Breite von 80 Schuh hat.

§. 94. *Der Flufshafen von Dordrecht Tab.* 31. *an der Meerwede gelegen*, giebt sehr gute Ideen zu ähnlichen Flufshäfen, bey deren Anlage man freye Hände hat. Da hier der Meerwedeflufs fast einen rechten Winkel bildet, so konnten die Häfen mit ihren beyden Mündungen auf den Flufs auslaufen, also eine stäte Wassercirculation, sowohl während der Ebbe als der Fluth, erhalten, und das ist in der That ein Vortheil, den man, wo möglich, immer zu erreichen suchen sollte. Uebrigens sind auch hier die von Ziegel gemauerten Kays, die Dreh- und Aufziehbrücken gut aufgeführt, wie fast in allen holländischen Städten, und eben so sorgfältig unterhalten.

§. 95. Von diesen Flufshäfen komme ich nun wieder auf die an der Südersee gelegenen holländischen Seehäfen und da sind uns, weil der Hafen im *Nieuwen-Diep* bereits im I. Bande beschrieben ist, zuerst wichtig: die Häfen von *Medenblick* und *Enkhuysen.* Tab. 43. 44. und 63.

Beyde Häfen mufs ich hier beysammen stellen, um erörtern zu können, welcher von beyden in Hinsicht der holländischen Marine der befste ist. Was die Lage anbetrift, so liegt *Enkhuysen* für eine Kriegsflotte, die aus dem Texel auslaufen soll, sehr unvortheilhaft, *a*) wegen dem seichten Fahrwasser in dessen Nähe, *b*) weil die Flotte bey Stürmen in diesem Hafen nicht einlaufen kann. Dagegen liegt *Medenblick* dem *Nieuwen-Diep* näher, die Ausrüstung der Flotte kann schneller bewerkstelligt werden, und das Fahrwasser ist bis dahin für Kriegschiffe tief genug. Kurz Medenblick ist dem Hafen von Enkhuysen vorzuziehen. In dieser Hinsicht läfst das Gouvernement daselbt die Magazine etabliren. Im Sommer 1798, als ich diesen Hafen besuchte, arbeiteten täglich 800 Mann: 1°. um den *Wester-Hafen i*, 18 Fufs unter die ordin. Fluth auszutiefen; 2°. dem *Neuen-Hafen g*, und dem *Eilands-Hafen h* eine gleiche Tiefe zu geben. Bey *A* wurde ein Magazin für die Takellage erbauet; den Westerhafen umfafste man mit einer Holzwand.

Zu diesen Anlagen waren 150000 Gulden bewilligt, welche Summe aber nur ein

geringer Theil dessen ist, was man hier noch anzuwenden hat: um aus Medenblick einen Kriegshafen zu machen. Der Eingang des Hafens ist für die Schiffe 116 Fuſs weit, und die Hafendämme *d c* bestehen aus hölzernen Höftern, welche mit Brettern, an den Seiten und oben, bekleidet sind und vor denen ein solides Steinrevettement liegt. Zwischen *A* und *F* liegen die Schiffszimmerplätze.

Wenn diesem Hafen eine gröſsere Wassertiefe gegeben werden soll, so sind die Innern-Häfen mittelst einer bey *e* anzulegenden Schleuse in Bassins zu verwandeln.

Was nun *Enkhuysen* anbetrift, so ist die Distribution der Innern-Häfen und der Bassins sehr vortheilhaft, denn sie haben nicht nur unter sich eine bequeme communication, sondern separiren den Hafenbezirk in mehreren Inseln. Ihre Figur ist zweckmäſsig und sie haben eine zum Schiffsbau und Verkehr angemessene Breite uud schöne massive Kays, auch zwey gute Eingänge; nämlich bey *e* ist der Eingang für groſse, bey *f* für kleine Schiffe. Die Schiffswerfte liegen bey *i* an dem gröſsten mit der Schleuse *a* abgeschlossenen Bassin; daran liegt auch das Magazin der Marine *k* und das Magazin *h* der groſsen Fischer-Compagnie, denn die Fischerey zu Enkhuysen ist sehr beträchtlich. Die Magazine der ostindischen Compagnie und die Werfte nehmen den nördlichen Theil der Insel, die zwischen *d* und *f* liegt, ein, und sind zum Verkehr ganz vortrefflich situirt.

Die nördlichen Canäle oder Gragten werden mittelst einer Aufziehschleuse *n* gespeist, und diese verschiedenen Schleusen machen eine zweckmäſsige Wassercirculation.

§. 96. Der Hafen von der *Stadt Hoorn* an der Südersee Tab. 43 und 63. würde einer der beſsten Häfen in Holland seyn, wenn es darin nicht den Kriegsschiffen an Tiefe fehlte; aber für Kauffardeyschiffe ist er nicht nur vortrefflich, sondern auch durch die Kunst musterhaft angelegt. Drey groſse Vorhäfen *a b c* sind mit breiten Meerdämmen *CBD* — die aus Pfahlwänden, vor denen Steinrevettements liegen, bestehen — in die Südersee hinein gelegt, in denen zwey Oeffnungen *f* und *D* sind, die der Seemann also, je nachdem der Wind südlich oder nordöstlich bläſst, benutzen kann. An der südlichen Wand des Hafens liegen die Werfte. Das Admiralitäts-Magazin liegt nördlich auf dem Hafendamm *B*, dessen Breite 130 Fuſs beträgt. Längs dem Meerdamm *CB* steht im Vorhafen *a* eine Pfahlwand, woran die Schiffe anlegen. Die Bassins, worunter *d* das gröſste ist, werden mit der bey *A* liegenden Schleuse geschlossen, und der kleine Innere-Hafen *e*, woran ein Schiffszimmerplatz liegt, steht mit dem Vorhafen *c* in Communication, mittelst eines kleinen Canals.

Wer einen Hafen in ein solches Meer, worin die Fluth nicht hoch steigt, anlegen will, der findet in der Distribution dieses Hafenbezirks ein sehr nachahmungswerthes Vorbild, und ich möchte fast behaupten, daſs Peter der Groſse dasselbe bey der Anlage von Cronstadt B. I. S. 669. vor Augen gehabt habe.

§. 97. Die Häfen *von Haarlingen*, *Workum*, *Hindelopen* und *Stavern* Tab. 55. bieten uns sehr wenig Interessantes dar. Der erstere Hafen besteht aus zwey hölzernen

Pfahlhöftern (Pfahl an Pfahl) die gekrümmt und mit Planken bedeckt sind. Die Schleusen, die ich bey Darstellung der Auswässerung von Friesland erwähnen werde, dienen auch zur Aufstauung des Wassers im Bassin oder Canal.

Der Hafen *zu Workum* wird von zwey von Steinen aufgeschütteten Hafendämmen gebildet; um denselben zu spühlen, ist die daselbst zur Entwässerung dienende Schleuse auch zugleich eine Spühlschleuse.

Zu *Hindelopen* hat der kleine, vor der Schleuse liegende und von zweyen Deichen — deren Fuſs und Böschung mit Steinrevettements versehen ist — gesicherte Hafen, nichts Merkwürdiges für den Ingenieur.

Der aus Pfahlhöftern bestehende *Stavernsche Hafen* hat eine unvortheilhafte Mündung. Anfänglich war sie mehr nördlich und die Wellen schlugen stark gegen die Schleuse. Jetzt liegt das südliche Höft in einem Bogen, dessen Concave beym Einsegeln der Schiffe nicht vortheilhaft ist.

§. 98. Beschreibung des Hafens *Coppenhagen* Tab. 63. Coppenhagen ist, in Hinsicht der Distribution seiner Innern-Häfen, Canäle, Werfte, Werkstätte, Magazine und der Rhede, als ein Muster zu einem guten Hafen-Local aufzustellen: eine Voraussetzung, die hoffentlich von dieser Beschreibung gerechtfertigt werden wird *). Der Kriegshafen, welcher doppelt so groſs als der Hafen und das Bassin von Dünkirchen ist, liegt gegen Seebrandungen vollkommen sicher und steht, mittelst der Einfahrt, mit der Rhede in Verbindung. Daran liegen Werfte und Werkstätte aller Art, wie ich noch näher anzeigen werde. Von dem Kauffardeyhafen ist er mittelst einer Floſsbrücke 5. 6. abgeschlossen.

Der gesammte Hafenbezirk war ehemals nur für Kauffardeyschiffe bestimmt, daher auch der dänische Name — Kioebenhavn, das ist Kauffardeyhafen. — Jetzt erstreckt sich aber der Kauffardeyhafen noch weit und geht bis zur Brücke *k*, so daſs er einer der gröſsten Häfen ist, die eine Seestadt aufweisen kann. Von der Rhede ist er mittelst der Bebrückung *z b* getrennt, welche den hohen Wellen das Einrollen versagt, aber dennoch eine Wassercommunication zuläſst; der Eingang kann mit Wasserbäumen verschlossen werden.

In dem Hafenbezirk sind nun vorzüglich merkwürdig: 1°. Der *Neue-Holm*, welches eine künstliche und mit Kays versehene Insel ist, worauf Gebäude, die die Modelle und Zeichnungen zu den Kriegsschiffen enthalten, liegen; ferner treffen wir darauf die Kielplätze *m* und *l*, die Schiffsbauschule, ein Magazin voller Schiffsbau-Utensilien, einen Schoppen für Schaluppen, einen groſsen Krahnen und das Gebäude, worin der König zuweilen sich aufhält, wenn ein Kriegsschiff von Stapel läuft. An dieser Insel der Werfte stöſst die kleine Insel *c*, worauf die Schiffsanker liegen. Auf der Insel *n*, genannt Langenoern, steht das Takellage-Gebäude und darauf liegen auch

*) Zu den Hülfsmitteln, deren ich mich zu dieser Beschreibung bediene, zähle ich vorzüglich Lange's Beschreibung von Coppenhagen, die sehr genau ist.

Masten sammt ihrem Zubehör. Die beyden Inseln *o* und *p* machen den Christiansholm aus: auf jener steht der Artilleriepark, die See-Artillerieschule, ein Gebäude, worin die Schiffsböte unter Dach stehn und ein grofser Krahnen; auf dieser Insel (*p*) steht das Seearsenal, worin die Kriegsgeräthschaften aller Art und das Kleine-Gewehr aufbewahrt wird; in dessen Hof liegen auch Kugeln und vor seiner Fronte metallene Mörser. Diese fünf Inseln (*lcnop*) hangen mittelst Brücken zusammen.

So wie gegenwärtig der grofse Wasserbezirk *A* noch nicht zum Hafen ausgehoben, sondern flach ist, waren es auch ehemals die Bezirke, welche jetzt von den Inseln *d* und *f* eingenommen werden. Diese sind nämlich von zwey thätigen und patriotischen Männern, deren Andenken sich, so lange Coppenhagen steht, erhalten wird, angelegt. Die Insel *d*, worauf die isländischen und finnmärkischen Werfte, Packhäuser und Trahnkochereyen liegen, ist von dem Kaufmann Bioern aufgeführt. Die Insel *f* hat aber der Kaufmann Budenhoff angelegt, worauf gleichfalls Werfte und Packhäuser stehn. In deren Nähe liegt auch das Matrosen-Hospital *g*, genannt *Questhaus*.

In dem Theil von Coppenhagen, der auf der Insel Amak liegt, und der den Nahmen Christianshafen führt, ist für die Wasserbaukunst vorzüglich die Schiffsdocke (*a*) merkwürdig. Sie ist in dem vierten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts erbauet; hat einen hölzernen Boden, und selbst die Wände sind, wenn ich recht berichtet bin, mit eichenen Planken ausgefüttert. Soll sie vom Wasser befreyt werden, so wird das Pontonthor, dessen ich im 4. K. erwähnen werde, herunter gelassen, dann läfst man vor dasselbe Balken in Fugen ein und zwischen zwey Balkenlagen wird noch eine Ausfüllung mit Erde, das ist eine Abdammung gemacht. Indessen ist diese Docke sehr leck, und wiewohl das eingetretene Wasser in ein Behältnifs abgefangen wird, so ist man doch genöthigt gewesen, ein Schöpfwerk anzulegen, welches mit Pferden getrieben wird. Vielleicht ist dieses eben so eingerichtet, wie das an der Docke von Rochefort, welches in Bellidors Wasserbaukunst beschrieben ist. Die Coppenhagener Maschine fördert, wie man mir versichert hat, das Wasser nicht schnell genug aus, und man mufs sich noch einiger hundert Matrosen zum Ausschöpfen bedienen. Ehemals soll diese Maschine einen noch geringern Effect als jetzt geleistet haben, als der Commandeur Görne sie noch nicht verbessert hatte. In der Nähe dieser Docke liegt der Hafen der asiatischen Compagnie (8). Bey 9 liegen Schiffswerfte und *h* ist eine kleine Insel zum Schiffsbau bestimmt. Bey *i* steht die Repschlägerey. Die Lange-Brücke *k* verbindet die Alt- und Neustadt.

Vor dem Schlosse treffen wir den Artilleriehafen (*u*) und den Platz *v* für Materialien. Auf dem Alten-Holm steht das Archiv des See-Etats *r*. Gegen demselben über liegt das Admiralitätshaus *q*; längs einer Gragt aber das Gebäude *t*, worin die Schaluppen der Kriegsschiffe stehn. Auf der Insel *s* ist der Platz, worauf die Masten gezimmert werden. Bey *ww*, längs dem Hafen, hat die grönländische Compagnie ihre Zimmerplätze und Werfte. Nahe bey der Citadelle liegt das Gebäude *y* für die Rep-

schiägerey. Die Holzmagazine liegen ausserhalb der Stadt an der südlichen Seite bey 3 3.

Gleich anfänglich habe ich bemerkt; dafs die Distribution dieses Hafenbezirkes sehr zweckmäfsig ist; ja, sie entspricht selbst fast alle den im I. B. aufgestellten Grundsätzen, nach denen man Häfen anlegen sollte! Wir sehn nämlich aus dem Plan: dafs mittelst den Canälen oder Gragten und den Inseln eine vortheilhafte Absonderung der verschiedenen Magazine, Baustellen u. d. g. entsteht; dafs die Kriegs- und Kauffardeyschiffe abgesondert sind, und die Werfte ein gutes Emplacement haben; und dafs endlich, im Fall es für nothwendig erachtet würde, noch ein Hafen in dem seichten Wasserbezirk *A*, welchen man vertiefen kann, angelegt werden könnte. So sind bereits vor 28 Jahren die Plätze 7. 7. zu Ausfüllungen bestimmt und dem Kaufmann Budenhoff abgetreten. Im Ganzen kann man also mit Recht behaupten: dafs Coppenhagen und dessen Hafenbezirk, von Dännemarks Köningen mit Sorgfalt verschönert und verbessert worden ist. So soll z. B. die Academie der See-Cadetten musterhaft eingerichtet seyn, und geschickte Seeleute bilden. Uebrigens läfst sich erwarten, dafs die dänischen Häfen einen gewissen Grad von Vollkommenheit erreichen werden, da ihre Verbesserung einem thätigen und geschickten Ingenieur — dem Herrn von Lowenörn — übertragen ist.

Was nun endlich die Vertheidigungswerke von Coppenhagen anbetrift, so scheinen sie noch einiger Erweiterungen zu bedürfen, wiewohl sie mit Sachkenntnifs angelegt sind, und diese müssen eine Folge von dem Uebergewicht, welches die Kriegsschiffe über Landbatterien haben, seyn. Die Stadt und der Hafenbezirk kann nämlich von einer auf der Rhede liegenden Flotte bombardirt werden, und das sollte nicht seyn. Man könnte also wohl die Frage aufwerfen: ob die Rhede nicht mit zwey neuen Forts und den bestehenden Werken sicher vertheidigt werden könnte, die isolirt ins Meer, vor der Batterie Quintus das eine und vor der alten Kalchbrennerey, die vor der Stadt und nicht mehr auf der Karte liegt, das andere, etwa jedes 1800 Fufs, und wo möglich noch weiter ins Meer zu etabliren wären? Diese Forts müfsten, jedes zwey oder drey Etagen von Feuerschlünden über einander haben, und wenigstens 200 Kanonen fassen: denn diejenigen Forts so wenig Geschütz haben, können gegen Kriegsschiffe nicht aushalten, welches die Erfahrung beweifst. Diese Vorschläge sind vielleicht in Rücksicht des Fahrwassers nicht ausführbar: in Hinsicht der Tiefe sind sie es gewifs, denn so grofs wird diese hier nicht seyn, dafs man sie nicht mit Sinkstücken und Steinen auszufüllen im Stande wäre. Doch! sie sollen auch nur zur Bestätigung desjenigen, was ich mehrmals über die Vertheidigung der Seehäfen gesagt habe, dienen. Wenn nun der Feind von dem Coppenhagener Hafen-Etablissement nicht ausser der Bombenweite gehalten wird, so entspricht dasselbe dem Zweck nicht vollkommen, und es ist daher sehr zu wünschen: dafs das Ingenieur-Corps Dännemarks, dessen Ruhm auf ächte Kenntnisse gegründet ist, diesen wichtigen Hafen jedem feindlichen Angriffe zur

see gänzlich entziehn möge. Nach dem letzten Briefe des verewigten Etatsraths *Tetens* hatte dieser von mir in dem dritten Bande der ersten Auflage dieses Werkes zuerst gemachter Vorschlag bey dem jetzigen Könige (als Kronprinz) Eindruck gemacht, und es wurde eine Commission zur Berathung der Vertheidigungsanstalten von der Rhede, niedergesetzt. Wenn ich recht berichtet bin, so ist auch auf der Rhede eine grofse Batterie errichtet worden.

§. 99. Beschreibung des englischeu Hafens *Ramsgate* T. 63. Für England war — so lange es Handel und Schiffahrt treibt — ein guter Hafen in der Insel Thanet, östlich Dower, von grofser Wichtigkeit: weil der Hafen von Dower von Kiesel verstopft ist, und nur kleine Schiffe beherbergt; auch die übrigen Häfen, die man an dieser Sandküste antrift, ebenfalls von Kiesel angefüllt sind, selbst schon vom Meer, das sich zurückgezogen hat, entfernt liegen *); endlich ist auf dieser Spitze von Kent ein Hafen nützlich, weil aus Norden nach Westen und umgekehrt, die Wasserstrafse längs der englischen Küste hinzieht. Bey Stürmen können daher die Schiffe zu Ramsgate einlaufen, insbesondere da es, bey solchen gefährlichen Seestürmen, die von S. S. O. durch S. bis S. S. W. blasen, leewärts liegt. Die Schiffe fanden an dieser Küste um so weniger eine sichere Rhede, weil der Boden aus Sand besteht, in dem die Anker nicht halten, wenn sie dagegen jetzt, selbst bey dem Fluthstrom, der anfänglich bis $\frac{3}{4}$ Fluth südlich dann nördlich und endlich Nordost aufläuft, gegen diese Küste antreiben: so werden sie von der Rhede directe in den Hafen von Ramsgate geführt. Aber nicht allein in Rücksicht des Handels ist dieser Hafen nöthig, sondern auch bey Unternehmungen gegen Holland und Frankreich, welches die Expedition des J. 1799. bewiesen hat. Kein Wunder also, wenn das englische Parlament die Anlage dieses Hafens begünstigte und endlich solche dem geschicktesten Sachverständigen in England, Herrn *Smeaton* auftrug: die Fehler der ersten Anlage zu verbessern. Seine Schrift, aus der ich diese Beschreibung entlehne, hat folgenden Titel: *An Historial Raport on Ramsgate Harbour etc.* 1791. Aus dieser sehn wir, dafs auch in England die Bauanlagen nicht allemal nach reiflich überdachten Planen ausgeführt werden. Man vertraut sie Leuten an, die aufs Ohngefähr losbauen; setzt dann Commissionen nieder, die nach den mehrsten Stimmen entscheiden. Ist das Werk verdorben, so wird bald dieser, dann jener Ingenieur zu Hülfe gerufen, und endlich kann selbst der geschickteste, — ein Smeaton — die begangenen Fehler nicht mehr gänzlich aufheben. Indeseen staunen wir Deutsche alle Anlagen fremder Nationen an und meinen, dafs ausserhalb unserm Vaterlande alles nach bestimmten und trefflichchen Planen angelegt werde. So blinde Anbeter, die gewöhnlich nicht weit aus ihrem Creyse gekommen sind, irren sich aber

*) Diese vier Häfen sind: *Sandwich* an der Mündung des Flusses Stour, in welcher zu der Königin Maria zeit ein Schiff strandete, das eine Sandbarre aufwälzte. 2) *New-Romney*. 3) *Hastings*. 4) *Seaford* und 5) *Hythe*. Wiewohl diese Häfen mit dem von *Dower* sechs Hafen formiren, so heifsen sie doch nur *die Fünf-Häfen*.

gar sehr, welches dieser Band insbesondere beweifst. Ja! es ist zu wünschen, dafs diese Verblendung bey Männer von Einflufs aufhöre und sie als Deutsche, deutsches Verdienst achten und unterstützen mögen; dafs sie nie eine wichtige Anlage im Gebiet der Wasserbaukunst ausführen lassen, bis ein auf die genaueste Localuntersuchung gegründeter und das Ganze umfassender Plan gemacht ist. Doch ich werde die Nachtheile, welche auch in Hinsicht der Anlage dieses Hafens, aus dem Mangel genugthuender Lokalkenntnifs entstanden sind, anführen.

Die frühesten Versuche in den Dünen einen Hafen anzulegen, geschah bey *Sandwich*, wie wohl die in den Jahren 1574. 1706. 1736 und 1744. angestellten Untersuchungen für die Anlage eines Hafens bey Sandovn Castle ausfielen. Dessen Chenal sollte aus zwey Hafendämmen, jeglichen von 2096 Fufs lang, bestehn. Die Mündung dieser Hafenstrafse sollte daselbst enden, wo beym niedrigen Meer eine Tiefe von zwölf Schuh statt fand, und ihre Breite ward zu 300 Fufs bestimmt. Die Ausführung dieses Projectes, welches ich wegen unzureichender Localkenntnifs nicht prüfen kann, wurde zwar von dem Unterhause beschlossen, aber die Kriege mit Frankreich und Spanien brachten sie in Vergessenheit: denn zu Kriegen, — die Geissel des Menschengeschlechts — mufs Geld geschaft werden, wenn es zu nützlichen Anlagen fehlt. Indessen weckte doch der Sturm, vom 16. Dec. 1748, der vieles Unglück unter denen auf der Rhede liegenden Schiffen anrichtete, die eingeschläferten Wünsche der Seefahrer, von denen einige ihre Rettung dem kleinen damahls unbedeutenden Hafen Ramsgate verdankten. Diese brachten ihre Vorstellung vor des Parlament und dieses ernannte eine Committée, die für die Anlage eines Hafens zu Ramsgate stimmte. Die von dieser Committée gewählten Commissarien sandten zwey Ingenieure, Robins und Turner, ab, um das Local zu untersuchen. Es bestanden schon in ältern Zeiten zwey kurze Höfter, die einen kleinen Bergplatz für Schiffe formirten, und an deren Spitzen leider nur zu den Springzeiten 6½ Fufs Wasser stand. Das westliche Höft war auch verlängert worden, hatte aber, anstatt eine Tiefe zu bewirken, den Strand 2½ Fufs erhöhet und zwar auf eine Länge von 80 Schuh. Die genannten Ingenieur hielten nun dafür: dafs zwey längere Hafendämme, die eine süd-südwestliche Richtung erhalten sollten, nöthig wären. Gäbe man ihnen eine südliche Lage, so würden sie fast senkrecht auf die Direction des Fluthstromes liegen, welches gefährlich für das Einlaufen der Schiffe sey. Bey südwestlicher Richtung würde aber in den Hafen, von den Wellen nnd der Fluth, Sand und Schlamm geführt werden. Was die Construction der Hafendämme betraf, so wollten sie solche von Steinen, auf ein Bett von grofsen Steinblöcken, aufschütten. Von hölzernen Höftern riethen sie, des Phahlwurmes wegen, ab.

Diesem Rathe, von Sachverständigen, zuwieder, wurden nichts destoweniger, von den Vorstehern der Committée, welche des Hafenbaues unkundige waren, beschlossen: 1°. das westl. Höft von Holz und das östliche von Steinen zu erbauen; dieses nach

den Planen und Modellen des Capitain Brooke, jenes nach denen des Herrn Ockender. Die Mündung wurde zu 300 Fuſs weit und ihre Richtung nach Süden ½ östlich bestimmt, ob man gleich 200 Fuſs Oeffnung zum Ein- nnd Auslaufen, weit genug hielt.

Dem Mauermeister Preston wurde die Aufsicht über das Mauerwerk, welcher anfänglich groſse Steinmassen versenken lieſs, anvertraut. Aber Herr Etheridge, der nachher die hölzerne Brücke zu Walton über die Themse gebauet hat, reichte ein Modell ein, zu einem Kasten, in welchem das Mauerwerk gearbeitet, und ein anderes von einer Maschine, mit welcher der Grund unter Wasser geebnet werden konnte, und seine mechanischen Einsichten verschaften ihm die Oberaufsicht über den Hafenbau, welchen er genau nach dem Plan der Committée ausführen sollte. Diese änderte ihn indessen, und 20 gegen 7 Stimmen beschlossen: die Einziehung der Hafendämme bis auf 1200 Fuſs. Also wollte man diese anfänglich in gerader Richtung fortlaufen lassen.

Betrachtet man auch solche Hafendämme als Höfter, so muſs man gestehn, daſs sie, wo der Strand zunehmend ist und aus Sand besteht, hinter sich Sand anhäufen: also den Strand erhöhen und endlich für die Hafenmündung selbst die nachtheiligsten Folgen hervorbringen müssen, wenn man nicht diese Mündung so weit ins Meer führt, daſs immer der Sand bey Stürmen wieder weggeführt werde. Also ist eine Abrundung der Hafenwände, wenn sie so weit auseinander liegen als diese, vortheilhaft. Aber auch von der Mündung sollte der Plan verändert werden: die Königl. Commissarien wollten sie südlich gerichtet und 275 Fuſs weit wissen, obgleich die Seefahrer die S. S. W. Lage für die beste achteten und ihre Weite zu 200 Fuſs bestimmt hatten. Diese Commissarien machten überdem den lächerlichen Vorschlag: an der östlichen Seite im Hafen einen Bezirk (von 16 Fuſs tief beym niedrigen Meer) auszugraben, als wenn derselbe nicht bald wieder von Sand und Schlamm angefüllt werden müſste, da der Hafen von beyderley Materien einschlürfte.

Die Arbeit ruhete, der verschiedenen Projekte wegen, gänzlich; denn wozu sollte sich wohl die Committée entschlieſsen, da sie die Sache nicht zu beurtheilen vermochte. Endlich begann man die Arbeiten wieder im Jahr 1761. Aber wie sehr wurde die Committée nicht überrascht, als sie 1766 den Bericht erhielt: daſs im Innern des Hafens, an dem östlichen Hafendamme, sich eine groſse Sandplatte eingefunden habe. Keines ihrer Mitglieder wollte nun als Deputirter nach Ramsgate gehn; sie verlangte keinen Bericht über den fernern Wachsthum dieser Platte. Ein Beweis, wie sehr sie dieses Hafens überdrüssig war und wie wenig ihr daran lag, dem Vaterlande einen wichtigen Hafen zu verschaffen. Die Arbeiten giengen indessen ihren fehlerhaften Gang und 1771 wurde die Mündung zwischen ax nochmahls bestimmt und zwar zu 300 Fuſs Weite, nachdem die Deputirten, zu der Direction der Mündung, Stangen, zu 200 Fuſs, 250 und 300 Fuſs Entfernung, hatten ausstecken lassen. Das war also wahrlich wieder ein Beweiſs: daſs man von dem Local keine genaue Hafen- oder Seekarte vor

sich hatte: auf welcher nicht nur die Tiefen, wenigstens so weit, als das Meer Einflufs auf den Hafen haben konnte, sondern auch die Richtung der Ebbe und Fluth in ihren verschiedenen Perioden und die Wanderung des Sandes, so wie die herrschenden Winde genau hätten verzeichnet seyn müssen.

Man wollte jetzt durch Ausbaggern den Hafen einigermafsen tief erhalten: aber dieses Hülfsmittel war unzureichend. So war der Hafen von Ramsgate ohne hinreichenden Plan angelegt und 204116 L. st., d. i. über zwey Millionen Gulden, waren verbauet, als sich die Committée genöthigt sah: ihre Zuflucht zu einem geschickten Mann zu nehmen. Sie liefs daher an Smeaton schreiben, der sich mit Erbauung des Leuchtthurms auf dem Edyston Felsen einen grofsen Ruhm erworben hatte. Er verfügte sich 1774 nach Ramsgate, wo er Localuntersuchungen anstellte, die ihm folgende Resultate gaben: das Material, welches von der Fluth in den Hafen geführt war, bestand aus ein Gemische von Moddererde und Sand; dieser war jedoch beträchtlicher, und jene Theile wurden nur eingeführt bey unruhigem Meer, wenn es von der Küste die Stoffen abspühlte. Da diese Wirkung der Natur immer dieselbe blieb, so mufste auch die Anschlammung zunehmen und Smeaton schlug daher die Anlage eines Spühlbusens und Spühlschleusen vor; jener sollte von dem Hafen mittelst einer Queermauer gf abgeschlossen und zwey Abtheilungen durch eine 2te Mauer erhalten, um den einen Behälter mit dem Wasser des andern mittelst einer Schleuse zu spühlen; ein Vorschlag der auf Erfahrung, dafs die Spühlbusen selbst, nach und nach verschlämmen, gegründet war. Zum Behuf der Spühlung wollte er in der Seperationsmauer fg neun Schleusen anlegen, viere davon sollten in das westliche und fünfe in das östliche Bassin gehen. Die Spühlströme sollten gerichtet werden: zweye nach der Concave des westlichen Hafendammes, dreye nach der des östlichen und viere auf die Münduug des Hafens. Um die Spühlsrröme dann noch zweckmäfsig zu dirigen, je nachdem es die Anhäufungen von Material nothwendig machen würden, wollte Smeaton, in dem Hafen, einen hölzernen Prahmen gelegt wissen, in Form eines Brückenpfeilers; also eine Art Vorrichtung, wie sich die französische Ingenieure zu Havre und in andern Häfen bedient haben.

Smeatons Gutachten schien indessen keinen besondern Eindruck gemacht zu haben, denn man legte es ein volles Jahr bey seite und frug dann erst dem Mauermeister Preston, was er davon urtheile? Dieser hielt nun die Anlage eines Spühlbusens für hinreichend. Hätte er die Grundsätze des Hafenbaues und insbesondere die Verschlämmungen der Bassins gekannt; auch nur einige Kenntnifs von der Wirkung der Spühlschleusen gehabt, so würde er anders geurtheilt haben, und ich verweise den Leser auf dasjenige, was ich im I. B. von der Situation der Bassins gesagt habe. Zwey Spühlbusen waren hier, der beträchtlichen Anhäufung von Stoffen wegen, sehr zweckmäfsig. Aber zu neun Spühlschleusen würde ich nicht gerathen haben, weil drey grofse Spühlströme einen gröfsern Austiefungseffect hervorbringen können, als neun kleine, wiewohl ihre Oeffnungen insgesammt den Oeffnungen jener gleich sind.

Indessen war nun die Committée ganz unschlüssig geworden, nachdem sie zweyerley Meynungen vor sich hatte. Da ihre werthen Glieder den Effect einer gut eingerichteten Spühlung nicht gesehn hatten, denn die zu Dower ist äuſserst mangelhaft: so wollten sie einem Versuche beywohnen. Diesen zu bewerkstelligen, wurde im Hafen von Ramsgate ein Schiff von 50 Tonnen, während der Fluth voll Wasser gelassen und bey der Ebbe öffnete man dessen verschlossenes Vordertheil. Das ausströmende Wasser machte zwar keine lange Furche in den Sand, wie natürlich und nichts unerwartetes war, denn die Wassermasse, welche ein Schiff aufnimmt, war zu unbedeutend, und dehnte sich überdem gleich seitwärts aus. Man machte also einen zweyten Versuch, zwischen zwo leitenden Bretterwänden und dieser entsprach, da er die Seitenausdehnung verhinderte, den Erwartungen besser. Was würde man wohl in Deutschland, von einem deutschen Wasserbaukungigen sagen, wenn er dergleichen Spielereyen für Versuche ausgeben wollte? denn ist es nicht a priori klar, daſs eine eingeengte und geschwellte Wassermasse den losen Sand und Schlamm fortspühlt? Man würde mit demselben unbarmherzig umgehn, und das geschähe ihm recht, denn warum giebt er sich für einen Hafenbaumeister, wie hier H. Preston thut, aus. Doch es war nicht allein dieser, dem die Construction und Wirkungen guter Spühlschleusen unbekannt waren, sondern Smeaton selbst hatte nur eine sehr unzureichende Kenntniſs von der Construction der Spühlschleusen, welches die Folge beweisen wird.

Smeatons Vorschlag — das Bassin in zwey Bezirke zu theilen, und jeden Bezirk wechselseitig zum Spühlbusen des andern; beyde aber zur Spühlung des Hafens zu gebrauchen — der sehr zweckmäſsig war, wurde nicht angenommen, sondern, nach H. Prestons Meinung, nur ein Bassin, also die Separationsmauer fg, angelegt. Je weiter diese fortrückte, desto heftiger wurde die Wellenbewegung im Hafen, weil die Wasserfläche, in Rücksicht der Mündung, kleiner ward: ein Beweis dessen, was ich I. B. S. 652. vorgetragen habe. Dieser wogenden Bewegung des Wassers im Hafen glaubte man die Schiffe entziehn zu müssen, und man schloſs mittelst der Pfahlwand h. 16. einen Raum zur sichern Stationirung der Schiffe ab. Anstatt dieses Nothbehelfs hätte die Mündung des Hafens $\frac{1}{3}$ geschmälert werden können, d. i. bis zu 200 Fuſs, wie die Sachverständigen angegeben hatten, und die in den Hafen einlauffenden Fluth- und Sturmwellen wären nicht ausgedehnt genug geblieben, um die Wasserfläche des Hafenbezirkes in unruhiger Bewegung zu versetzen. Auch der obere Damm muſste vor dem untern hervortreten, wie ich dieſs S. 628. I. B. erörtert habe. Damahls gieng er nähmlich nur bis x.

Preston legte nun statt neun Spühlschleusen sieben an und als i. J. 1779. fünf kleine und die groſse Einfahrts- oder mittlere Schleuse VII. vollendet war, so wünschte die Committée den Effect der Spühlschleusen, die mit Fallschütze versehn waren, zu beobachten. Also sollten die Schütze miittelst eines Spillrades aufgewunden werden, aber die Walzen um denen sich das Zugseil wckelte, brachen, und man war nicht

im Stande ein einziges Fallschütz zu öffnen, obgleich 40 Mann mit Flaschenzügen angestellt wurden und alle Kräfte anstrengten. Nachdem dieser Versuch nicht geglückt war, so machte man die Walzen von Eisen, vergröſserte die Nuthen der Fallschütze und machte endlich das Aufziehn möglich. Hätte man die Fallschütze mittelst Schrauben aufgezogen und die Nuthen gleich anfänglich nicht zu klein gemacht, so würde die Aufziehung nie erschwert worden seyn. Da man nun mit den kleinen Spühlschleusen gleich anfänglich den werthen Herrn Committirten die Spühlung nicht ad hominem beweisen konnte, so wurden die Schütze der mittlern groſsen Schleuse VII. mit Erdwinden aufgezogen. Ein Umstand der es beweiſst, daſs man die Einrichtung, Thor in Thor nicht kannte! Aus dieser Schleuse stürzte nun das Wasser mit Macht hindurch und riſs die Kreidefelsen aus dem Hafengrund; ja, es führte Stücke von 300 bis 400 Pfund schwer, 60 bis 70 Fuſs weit von ihrer Stelle, und noch 300 Fuſs vor der Hafenmündung war der Spühlstrom sichtbar. Hätte man also den Smeatonschen Plan befolgt, und zwey gute Bassins angelegt, so hätte man das eine mit dem Wasser des andern spühlen können. Drey Schleusen, jede von 24 bis 30 Fuſs Oeffnung würden dann den Hafen vollkommen rein gehalten haben: denn drey groſse Spühlströme würden nicht so viel Wirbel und Widerströme, also keine Stöhrung der austiefenden Kraft des Stromes in dem Hafen, verursacht haben, als die vielen Schleusen hervorbrachten. Die zwo Neben-Spühlschleusen, welche man in 2 und 5 placirt, und deren Kammer man auf die Mündung des Hafens gerichtet hätte, so wie eine dritte Schleuse bey VII, würden den genugthuensten Effect, bey der hier 14 Fuſs steigenden Fluth, hervorgebracht haben. Nie werden auch mehreren kleine Spühlschleusen den Effect hervorbringen, als eine groſse Schleuse, deren Oeffnung den Oeffnungen der kleinen Schleusen gleich ist; dieſs ist so einleuchtend, daſs es keines Beweises bedarf.

Nachdem man die Probeschleusung gemacht hatte, so waren die Schleusenmauern sehr beschädigt, und jetzt erst war man genöthigt, dasjenige anzuordnen, was man gleich anfänglich hätte anordnen sollen, *nämlich tüchtige Sturzbetten;* aber gerade nicht von Mauerwerk, das hier gewählt wurde; sondern von Faschinenba u mit Verzäunungen und groſsen Steinen dazwischen, wie man sich dessen bey der Slykerschleuse und mehreren Schleusen mit Vortheil bedient hat. Indessen hatten doch die Spühlschleusen den Hafen um sechs Schuh vertieft, so daſs 10 bis 11 Fuſs tiefgehende Schiffe, bey ordinairer Fluth, in das Bassin durch die Schleuse VII., einlaufen konnten, als zuvor im J. 1783. diese Schleuse Stemmthore erhalten hatte. Um das Ausstürzen des Spühlstromes durch die Schleusen zu erleichtern, wurden die Seitenwände der Schleusen in jenem Jahr abgerundet; und den Effect des Spühlstromes zu verstärken, machte man 1784 Gerinne vor den Schleusen voraus, wie sie in der Zeichnung durch Striche angedeutet sind. Während man beschäftigt war die Schleusen nach und nach durch kostbare Versuche und Abänderungen zur Brauchbarkeit zu bringen, wurden die

Klagen der Schiffer, über die hohe Wellenbewegung in dem Hafen immer häufiger, besonders war sie längs dem westlichen Hafendamm stark. Man beschlofs also denselben mittelst einer Verlängerung *d e* mit dem festen Lande zu verbinden, so wie diese Oeffnung zu schliefsen. Und um der Wasserfläche des Hafens eine gröfsere Ausdehnung zu geben, legte man von *c* bis *d* eine Bebrückung an, die die Stelle eines durchsichtigen Holzbaues vertrat: also den Entzweck, um derentwillen man solche clair-voies angelegt vollkommen entsprach, wie der Präses H. *Barker* versichert.

Wie es Smeaton vorausgesagt hatte, so war das Bassin mit einer Menge Schlick angefüllt, und wenn gleich die Spühlschleusen den Hafen ziemlich gereinigt hatten, so sah man sich doch genöthigt, auch zur Reinigung des Bassins Vorkehrungen zu treffen. Einige wollten den Schlick auf Baggerprahmen, mit dem Handbügel bringen; andere gedachten ihn mit Karren auszuführen. Hätte man anfänglich drey grofse Schleusen statt sieben kleinen angelegt, so würde der starke Wasserzug in dem Bassin nach den Schleusen hin den Stoffen keinen Niedersinken gestattet haben; so wäre auch diese Ausbaggerung, die auf die eine und andere Art bewerkstelligt ward, unnöthig gewesen. Indessen war nun einmal die ganze Anlage des Hafens ohne bestimmten Plan gemacht und Herrn Barker gereicht es zur Ehre: dafs er sich derselben mit ganz besonderm Eifer annahm. Er liefs auch endlich wieder, um die zweckmafsigsten Mittel zu wählen, *Smeaton* und *Aubert* kommen, um sie auch wegen einer Schiffsdocke um Rath zu fragen. Die Aufführung der Docke war beschlossen, und Smeaton reifste nach Liverpool: um die dortigen Docken zu untersuchen. Nach seiner Rückkehr überreichte er, 1783, den Plan zu einer Docke, welche massive Seitenmauren, Aqueducte und einen hölzernen Boden erhalten sollte, um den etwaigen Quellen zu begegnen. Aber der angenommene Mauermeister Hull wollte sich mit seiner Erfindung zeigen und schlug vor — nachdem Smeaton den Rücken gewandt hatte, wie das öfter der Fall ist, das einsichtsvollen Männern ihre Vorschläge von Stümpern critisirt und verändert werden — den Dockenboden blos von Steinen zu machen: ein Vorschlag, der um so eher Eingang fand, als der Holzwurm gefürchtet werden mufste. Hätten die Engländer unter diesen Umstämden nicht besser gethan, beyde Bauarten, den Holzbau mit dem Steinbau zu vereinigen, wie Herr Groignard an der Docke zu Toulon gethan hat, und wie bey dem Bau der holländischen Schleusen geschieht? Die Folgen des Meisters Hull's Project waren auch bald sehr nachtheilig, denn das Wasser drang nicht nur durch den Boden der Docke hervor, sondern es hob auch die Steine heraus. Doch ich werde in dem dritten Kapitel eine kurze Darstellung von den Fehlern dieser Docke mittheilen.

Die Hafendämme erreichten bis 1787. bey weytem ihren Zweck nicht, sondern die Wellenbewegung im Hafen war immer noch äufserst heftig. Herr *Barker* wünschte also von *Smeaton* gegen dieses Uebel ein souveraines Mittel, und dieser schlug die Verlängerung des östlichen Hafendammes von *x* nach *a* vor, welche den hochanlau-

fenden Fluthstrom vom Hafen abhalten sollte. Sie wurde unter dem folgenden Präses Hr. Aubert, welcher Hrn. Smeaton zum beständigen Ingenieur des Hafens und Herrn Gwyen zum Unter-Inspector vorschlug, ausgeführt. Bis zu dieser Zeit hatte nun dieser wichtige Hafenbau unter keinem Hydrodecten gestanden, wie Herr Aubert selbst versichert, und man hatte blofs nach empirischen und schwankenden Vorschlägen, denen sobald sie ausgegeführt waren, die Erfahrung widersprach, arbeiten lassen. Diese Verlängerung des westlichen Hafendammes wurde bis zur Ebbe, von Steinkisten, deren jede 15 Fufs lang war, aufgeführt, und dann wurden grofse Steinblöcke ins Wasser geworfen; also eine Methode befolgt, deren man sich auch bey dem Damm vor Cadix bedient hat. Die Steinkisten behinderten also: dafs die grofsen Steine nicht in den Schlamm und Sand hinabglitten und fortgewälzt wurden. Diese Arbeit wurde endlich 1790 vollendet. Die Steinkisten hatte man auch deswegen gewählt, weil im J. 1787 von dem lofsen Steinbau der nördlichen Wand ein Theil von 100 Schuh lang eingestürzt war. Es wurden daher die Steine unter Wasser aufgehoben und auch daselbst Steinkisten eingesenkt. Vielleicht mogte wohl an der Böschung des vortretenden Hafendammes *a x* gespart seyn: denn i. J. 1790 wurde dieselbe stark beschädigt und Steine von 3000 Pfund schwer wurden von der fluthenden Woge aus ihrer Stelle gerollt, indessen wurde auch dieser Schaden, mittelst eines zweckmäfsigen Steinrevettements wieder hergestellt. Der Hafen war endlich zu einer grofsen Zweckmäfsigkeit gebracht; er nimmt funfzehn Schuh tiefgehende Schiffe, die auch zu den Springzeiten in das Bassin einlaufen, auf. Einige haben ihn zwar deswegen fehlerhaft gefunden, weil er nicht eine gleiche Tiefe habe, aber Smeaton hält dafür: dafs solche Erhöhung eines Theiles des Hafens, für Schiffe die ihre Anker verloren haben, sehr gut sey; denn sie könnten sich auf dem weichen schlammigten Grunde auflegen. Herrn *Smeaton* gieng es am Ende, nach aller angewandten Mühe, wie es fast allen denen geht, die im Wasser und gegen das Wasser bauen: seine Anstalten wurden von Unwissenden und Neidern scharf getadelt und er sagt daher: „Ich zweifle aber nicht daran, dafs man doch mit der Zeit sagen werde, wie — ungeachtet der unglücklichen Ereignisse und auch der Verläumdungen, die so geflissentlich ausgestreut wurden — diese Anlage der daran gelegten Kosten werth sey.

Ehe ich nun mit der Beschreibung der französischen Häfen fortfahre, will ich von einigen andern englischen dasjenige anführen, was für uns ein besonderes Interesse hat.

§. 100. *Portsmouth* (Tab. 63.) ist der erste und gröfste Kriegshafen in England. Er liegt an der Mündung des kleinen Flusses Southampton und ohnweit der Insel Wigth. Oefters stationiren in demselben mehr denn funfzig Linienschiffe und dreyfsig Fregatten. Der Eingang wird von dem Fort *Monckton*; dem Fort *South-Sea-Castle; Worth-Castle;* einem Thurm und mehreren Batterien; vorzüglich aber von einer Sandbank vertheidigt, die den grofsen Schiffen keinen andern Eingang als bey der mit 50 Kanonen besetzten Batterie gestattet, vertheidigt. Zur Bezeichnung der Fahrstrafsen sind längs der Küste

verschiedene Seezeichen, die zur Zeit des Krieges weggenommen werden, errichtet. Die Rhede von Portsmouth ist in allen Beziehungen sicher und vortrefflich. Ihr Grund besteht aus Kiesel, daher der Hafen sich auch nicht verschlammt.

§. 101. *Plymouth,* dessen Rhede (Plymouth Sound Tab. 68.) von dem Lande gegen alle Windstriche, ausgenommen von Südwesten bis Südosten, vollkommen gedeckt ist, wird nach *Portsmouth* für den gröſsten Kriegshafen in England gehalten, worin öfters 40 Kriegsschiffe und 25 Fregatten stationiren. Die eine der Innern-Rheden, oder der östliche Hafen, wird von der Bucht Catwater gebildet, die von der bergigten Landspitze Mount-Batton, und von dem Fels, worauf die Citadelle liegt, gedeckt ist. Westlich Plymouth liegt, wie die Karte zeigt, Plym-Dock; das ist der Bezirk, wo die Schiffsdocken und Magazine etablirt sind, der das westliche Plymouth ausmacht, und dies ist das eigentliche Etablissement der Marine, welches an einer trefflichen innern Rhede oder dem westlichen Hafen, genannt Hamoaza, liegt. Beyde Rheden werden von der Insel St. Nicolas getrennt. Unter den Gebäuden und Anlagen der Marine zeichnet sich vorzüglich das Hospital aus: ferner das Arsenal, die acht Schiffsdocken, die drey Zimmerplätze und die Seilspinnereyen. Dann ist auch die Citadelle von Plymouth merkwürdig, weil sie in den Fels eingehauen ist. Für die Hydrotechnik ist Plymouth nur wegen der Schiffsdocken wichtig, denn die Natur hat alle Hafen-Correctionen überflüssig gemacht. In dieser Hinsicht wird die in T. 68. gelieferte Karte eine hinlängliche Idee von dem Local geben.

§. 102. *Chatam* an dem Flusse Medway, ist Englands dritter Kriegshafen. Er zählt zuweilen 40 bis 50 Linienschiffe und 20 Fregatten. Das Marine-Arsenal ist beynahe eine englische Meile lang und vortrefflich etablirt. In vier Schiffsdocken werden hier die Schiffe erbauet.

§. 103. *Wollwich*, *Schernes* und *Deptford* haben für die Wasserbaukunst auch kein weiteres Interesse mehr als die Docken gewehren, und da ich von dem Bau solcher Docken noch handle und von dem Hafen Ramsgate gehandelt habe, so weiſs ich von den englischen Häfen nichts mehr zu sagen und komme wieder auf die französischen.

§. 104. Von der projectirten *Anlage eines Kauffardeyhafens bey Caen* an dem *Orne-Fluſs*, und eines Kriegshafens, in der Nähe der Mündung dieses Flusses; und zwar nicht weit von *Colleville* T. 65. finden wir in dem mémoire, sur la navigation de l'Orne in ferieure, eine sehr befriedigende Auskunft.

Der Orne-Fluſs, welcher sich 8000 Toisen, von Caen ins Meer ergieſst, hat eine mittlere Breite von etwa 80 Fuſs. Sein Abhang ist in dieser Strecke, selbst während das Meer zum niedrigsten steht, etwa 3½ Fuſs, und dessen Mündung ist dergestalt versandet, so daſs nur kleine, etwa 6 bis 7 Fuſs tiefgehende Kauffahrer, während der Fluth, nach Caen aufkommen. Diese Fahrt war indessen ehemals beschwerlicher als jetzt, wegen den vielen Fluſskrümmen, von denen wir noch Ueberreste bey g (man sehe den Grundriſs von Caen T. 65) gewahr werden. Zu verschiedenen Zeiten hat man da-

her diesen Flufs schiffbar machen wollen, aber immer sind die Projecte, deren eines das andere verdrängte, unausgeführt geblieben. Endlich liefs die Commune zu Caen eine genaue Karte des Orne-Flusses vom Ingenieur Bourroul aufnehmen, und dessen Untersuchungen gaben einigen Bürgern von Caen die Idee, sich in eine Compagnie zu zu vereinigen, um die Schiffbarmachung der Orne und die Anlage eines Hafens zu unternehmen. Als sie aber, wie billig, ein gewisses Passagegeld erheben wollten, war ihnen die Regierung entgegen, und diese wollte von dem Ingenieur des Brücken- und Wegbaues Viallet ein Project entwerfen lassen, der darüber hinstarb. Dessen Nachfolger, Herr Le Febre, machte nun folgende Vorschläge: Von der Orne ab, etwa 1100 Toisen von Caen, einen Canal *li* zu ziehen, diesen bey *l* in zwey Aerme zu theilen, nämlich einen Arm von *l* nach *m* und den andern von *l* nach *d* zu führen, um diese Canäle für das Verkehr zu Caen vortheilhaft zu machen. Der Hauptcanal erhielt eine Breite von etwa 150 Fufs, und die zwo Seiten oder Endcanäle jeder 120 Fufs. Diese sind seit 1786 mit Revettementsmauern Fig. 7. T. 67. die ich im nächsten Kap. beschreiben werde, versehen, und der Hauptcanal ist mit Erddämmen und Banquets eingefafst. Der Ingenieur Le Febre wollte die Endcanäle mittels Spühlschleusen rein erhalten. Da sie aber viel breiter als die Orne waren, so war ihre schnelle Versandung oder Anschlämmung höchst wahrscheinlich, und die Schiffe hätten, sobald diese erfolgt war, nicht mehr an die revettirten Kays anlegen können; also würde das Verkehr sehr gelitten haben. Die Arbeiten unterblieben auch ganz, und mit den Mauern ereignete sich ein Unfall.

Des Ingenieurs Cachin Project T. 65. geht nun dahin, von Caen bis nach dem von ihm projectirten Kriegshafen an der Bucht von Colleville einen Canal *fg* u. s. w. zu ziehen, und diesen gänzlich von dem Orneflufs zu separiren. Defswegen will er ihn mit Seewasser speisen, und dessen Bett im Horizont der niedrigsten Ebbe legen, wo er alsdann während der Fluth 18 Fufs Wasser erhielte. Damit die Ebbe aber nicht aus denselben zurückträte, so sollte bey *n*, nahe am Vorhafen *f* des projectirten Hafens, eine Schleuse angelegt werden, und diese hielte den Canal zur nöthigen Höhe. Bey Caen will Herr Cachin ein Bassin *ed* ausheben; womit der Canal *fg* mittels einer Schleuse *f* communiciren kann. Damit aber auch von der Orne aus die Schiffe in dieses Bassin eintreten mögen; so sollte bey *e* eine Schleuse mit doppelten Stemmthoren angelegt werden, um die Fluth vom Bassin abzuhalten, aber auch mit dem Ebbethor in das Bassin die erforderliche Wasserhöhe zurückzustauen. Wenn in dem Canal, der von *fg* u. s. w. bis zum projectirten Kriegshafen gehen sollte, dasjenige Flufswasser, dessen man in Caen zur Treibung einiger Mühlen benöthiget ist, aufgenommen würde, so ist eine Versandung dieses Canals höchst wahrscheinlich, und Herr Cachin machte deswegen den Entwurf, mittels eines Aqueducts dieses Wasser, längs dem Bassin *de* hin, in die künstliche Orne unter *e* zuführen, und ich werde diesen Aqueduct in der Folge näher beschreiben. Im Falle aber derselbe bey Regen-

güssen das Landwasser nicht alle fassen würde, so projectirte Cachin einen Canal *ab*, um das Wasser oberhalb den Stadtmühlen seitwärts in die Orne zu führen. Das Etablissement bey Caen sollte auch mit einem bey *d* anzulegenden Schiffswerfte versehen werden.

Der zweyte Theil dieses Vorschlages hat die Anlage des Hafens an der Bucht von Colleville zum Gegenstand. In der That ist dieses Local für einen Seehafen günstig, weil die Rhede einen sehr guten haltbaren und thonigten Ankergrund hat, und gegen die herrschenden Seestürme gedeckt ist; auch darin eine Tiefe von 21 Schuh, bey der niedrigsten Ebbe, ist. Herr Cachin projectirt zwey Hafendämme, wovon der östliche *s* 490 Fuſs vor dem westlichen voraus stehen soll, um das Ein- und Auslaufen der Schiffe zu erleichtern; auch sind ja die vor dem Damme liegenden Felsen *v* eine Verlängerung desselben, und ein Schutz gegen den Fluthstrom. Die Hafenstraſse soll mit einem siebenseitigen Vorhafen *f* communiciren und von diesem aus, sollen die Schiffe durch eine Schleuse *o* in das Bassin *h* treten. Da dieses zum Spühlhafen dient, so würde ichs bis *w* vergröſsern, wo es alsdann auch eine doppelte Anzahl von Schiffen aufnehmen und einen gröſsern Effect beym Spühlen hervorbringen könnte. Dieses ist, wenn ich so sagen darf, das Einzige, was ich an dem Cachinschen Entwurfe ändern würde. Nach demselben soll bey *i* eine Schiffsdocke und bey *m* und *p* sollten Werfte angelegt werden. Das Etablissement soll befestigt werden, wie es der Plan zeigt. Von *q* nach *r* dürfte wohl noch ein Stein-Revettement nöthig werden.

§. 105. *Vorschläge, welche gemacht worden sind, um bey la Hougue einen Hafen zu etabliren,* Tab. 65.

Wird erwogen, daſs Frankreich nördlich Brest keinen Kriegshafen hatte, so verdiente das Local von la Hougue die Aufmerksamkeit der Regierung und Ingenieurs, weil die Bucht zur Anlage eines guten Hafens sehr geschickt ist. Zwischen la *Hougue* und *Cherbourg* muſste man also wählen, und ungeachtet zu Gunsten des letztern seit 1783 entschieden ist; so verdienen doch die über la Hougue mit Sachkenntniſs gemachten Entwürfe hier angeführt zu werden.

Die Projecte will ich hier aus Belidors Wasserbaukunst 2. p. §. 668. kurz anführen. Nach dem ersten sollte der Hafen III. und das Bassin II. angelegt werden, und diesen Hafen wollte man mit dem Damme *abcdefg* einschlieſsen. Von dem Fort Adens bis zum Felsen Gavendel sollte ein Meerdamm aufgeführt werden.

Das zweyte Project bestand darin: zwischen la Hougue und St. Vast das Bassin I mit einer Schleuse *h* und auf der westlichen Seite von la Hougue den Hafen IV zu etabliren. Dieser wäre alsdann von den Hafendämmen *gh* und *ik* gebildet worden, und das Bassin von den Meerdämmen *gn* und *lm*. Der östliche Hafendamm sollte an den Fels Manquet bey *k* angeschlossen werden, dessen Ende eine Batterie formirt haben würde.

Dieses letzte Project ist wohl eher ausführbar als das erste, welches eine unge-

heure Ausdehnung hat. Nach dem Urtheil der Seefahrer ist indessen das Einlaufen in diese Bay, während der Ebbe, gefährlich, und es dürfte schon dieses Umstandes wegen die Anlage eines Hafens nicht rathsam seyn; zumahl da auf Cherbourg schon so große Summen verwendet sind, und noch verwendet werden sollen.

§. 106. *Beschreibung des Hafens von Granville und das Project zu dessen Verbesserung* T. 62.

Lägen die Felsen von Loup nicht vor der Rhede von Granville, so hätte der Hafen eine sehr vortheilhafte Lage. Ehemals war diese Rhede, welche vor dem südlichen Ufer ist, ganz offen und unsicher, jetzt ist davor der Meerdam *o ϱ R*, von Steinen aufgeworfen. Die auf der Rhede stationirten Schiffe, wurden auch von dem Fluthstrom, der auf der Küste mit beträchtlicher Geschwindigkeit anläuft, gefährdet *). Diese Rhede zu decken führte man den besagten Meerdamm auf; aber die auf demselben projectirte Bastion *o ϱ* ist noch nicht angefangen, indessen bildet doch dieser Meerdamm eine große Batterie.

Zur Verbesserung des Hafens sind folgende Vorschläge gemacht worden: Es sollte bey *p* der eigentliche Hafen und bey *q* das Bassin etablirt, und beyde mittels einer Kammerschleuse *s* getrennt werden. Zu dem Ende sollten von *a* nach *b c* und von *d* nach *e g l m* Steindämme und Brustwehren darauf errichtet werden. Die Mauer *i k l* sollte den Spühlbusen *e* von dem Bassin *q* absondern. In den Spühlbusen *n* sollte die Fluth oder auch der Fluſs Bosq eingelassen werden. Bey *g* und *f* wollte man zwo Spühlschleusen placiren, und alsdann würde, bey der Spühlung des Bassins *q*, der Hafen zugleich gereiniget worden seyn.

Statt dieses Entwurfes ist ein Hafendamm *p* von Steinen aufgeschüttet, hinter welchen die Schiffe einigen Schutz haben.

Wäre der projectirte Hafen *d* ausgeführt, so würden die Schiffe mit der Fluth in die östliche Durchfahrt *d R*; durch die westliche *o c* aber mit der Ebbe, einlaufen.

Bey diesem Entwurfe finde ich folgende Bemerkungen zu machen: 1) Da die Flüsse Schlamm und Material aller Art mit sich führen, so ist es nicht rathsam, den Fluſs Bosq in den Spühlbusen *n* einzumünden, sondern es ist besser, ihn mittels eines Aqueducts oder offenen Canals seitwärts längs dem Ufer in den Hafen *p d* einzuleiten, woraus das Material mit dem Spühlstrom, der aus dem Spühlbusen *n* und dem Bassin *q* kommt, fortgeschwemmt werden kann. Der Spühlbusen kann übrigens mit dem Fluthstrom gefüllt werden. 2) Wird es besser seyn, eine große Spühlschleuse bey *f* anzulegen, als zwey kleine, weil ein doppelt so großer Spühlstrom aus einer Oeffnung ein größeres Vermögen hat, als zwey kleine Spühlströme, welche die Wassermenge des großen ausmachen. Auch könnte diese Schleuse zugleich zum Durchlassen der Schiffe eingerichtet werden, um den Spühlbusen *n*, im Fall es nöthig wäre, zum

*) Die Fluth steigt hier zu Aequinoctialzeiten 30 Fuſs hoch.

Bassin zu gebrauchen. Alsdann könnte auch die Bastion *ikl* wegbleiben, und statt deren eine Mauer aufgeführt werden. Diese wird für das Bassin *q* und den Wasserbezirk *n* eine Vergröfserung zulassen, welche gewifs wünschenswerth ist. 3) Wenn gespühlt wird, so müfste das durch die Schleuse *s* strömende Wasser auf die Hafenwand *lc* stürzen. Da es aber da keinen directen Weg findet; so wird es in dem Hafen selbst einen Wirbelstrom verursachen, welcher nicht nur den Schiffen nachtheilig seyn wird, sondern der auch in dem Hafen Material deponiren, ja! das Auslaufen der Schiffe und den Verkehr erschweren müfste. Auch würde gewifs dieser Widerstrom die Hafenwände zu unterhöhlen trachten. Also wird es zweckmäfsig seyn: dem Spühlstrom einen ungehinderten Abflufs ins Meer zu verschaffen, und dazu würde nun ein Aquäduct, der in *l* punctirt ist, dienen. Dessen Profil müfste das Profil des durch die Schleuse *s* strömenden Wassers um etwas an Gröfse übertreffen. Meerwärts könnte es doppelt so grofs seyn, um den Abflufs während der Ebbe, wenn eigentlich gespühlt wird, zu befördern. Ist die Spühlung geschehen, so mag der Aquäduct mit einem Aufziehschütz verschlossen werden, um durch zwo Ströme *) im Hafen nicht Wirbel zu veranlassen.

§. 107. *Beschreibung des Hafens von St. Malo* Tab. 62.

So vortheilhaft auch S. Malo — auf der Insel St Aaron — für den Handel und die Caperey gelegen ist, so wenig läfst sich daselbst ein grofses Hafen-Etablissement hoffen; weil der vier Meilen weit ausgedehnte Strand täglich bey der Ebbe sichtbar wird, und bey der Fluth, die 36 Fufs steigt, verschwindet. Bey der Ebbe liegen daher die Schiffe auf den sandigten Strand auf, und diefs macht also die Fahrt, so wie das Auslaufen der Schiffe unsicher! Auch ist die Einfahrt in dieser Bucht von einer Menge Felsriefen und von Sandbänken gefährdet. Südlich Servan finden indessen die Schiffe in dem Flusse Rance, in einer Bucht, selbst während der Ebbe, Tiefe genug und eine ziemlich gute Rhede. Dieser Flufs bietet weiter hinauf noch einige sichere Ankerplätze dar. Von diesem Local hat Herr Dubois besser als die Regierung zu profitiren gewufst, welches ihm viel Ehre und Vortheil bringt, und er ist ein abermahliger Beweis, was thätige Männer thun können, wenn sie nur nicht von den Regierungen gehemmt werden. Er hat eine Stunde von St. Malo in einer Concave des Flusses, eine Verdammung und damit einen Hafen gemacht. Hinter derselben hat er ein Bassin mit einem Stemmthor, welches während der Ebbe das Wasser im Bassin zur Fluthhöhe erhält, angelegt und dieser Hafen heifst: *Le Port de Mont-Marin.*

Der Herr Dubois hat hier die nöthigsten Magazine und Werkstätte zum Schiffbau auch eine gute Seilspinnerey etablirt.

Diesen Hafen könnte die Regierung zu einem Kriegshafen umschaffen, welches, einleuchtet, wenn man dasjenige, was der ehemalige Minister des Seewesens H. *For-*

*) Der eine Strom, welcher in die Mündung des Hafens, und der andere, welcher durch den Aquäduct einläuft

fait, darüber in dem Dictionnaire de la Marine p. 198 sagt. Er schlägt dazu die Bucht von Richardaye vor. Dieselbe ist 200 Fuſs breit und 600 Fuſs lang, und liegt ein wenig weiter stromauf als Mont-Marin. Sie hat einen guten Ankergrund von Thon und Schlamm. Diese Bucht will Herr Fofait mit einem Hafendamm von 30 Toisen lang, abschlieſsen, und darin eine Kammerschleuse, zur Aufstauung des Wassers anlegen, so daſs dieselbe ein groſses Bassin bilden würde. Auf dem Boden der Schleuse könnte während den niedrigen Fluthen 18 Fuſs Wasser und während den Aequinoctialfluthen 24 Fuſs stehen. Der Mündung dieser Concave von Richardaye gegenüber findet man, auf dem Flusse *Rance*, 35 bis 40 Fuſs Wasser, also eine gute Rhede. Ein Beweis dieser Behauptung ist, daſs sich hier bey einem Sturme, die Kriegsschiffe Theseus und Fitz-James im Jahr 1778 und Chauvelin im Jahr 1757 retteten.

Wenn gleich ein solches Etablissement, wegen der Gefahr, womit das Einlaufen der Schiffe in den Fluſs und nach St. Malo verbunden ist, indem sich hier nur zwey Fahrstraſsen, nämlich le Chenal de la grande Porte und le Chenal de la petite Porte, zwischen den Sandbänken finden, nicht für Kriegsschiffe bestimmt werden möchte, so würde hier doch ein Hafen für Kauffahrer äuſserst zweckmäſsig seyn; im Fall der Noth möchte er dann auch einzelne Kriegsschiffe aufnehmen, und deswegen müſste der Bassinschleuse, gleich die nöthige Gröſse gegeben werden. Beide Etablissements, das von Richardaye und von Mont-Marin, könnten an einander gehangen werden, weil sie in geringer Entfernung auseinander liegen. Doch! der Ausführung eines solchen Vorhabens muſs das Aufkommen des französischen Seehandels vorangehen. Endlich muſs noch angemerkt werden: daſs zur Vertheidigung vor St. Malo drey Forts erbauet sind, die wir auf Tab. 62. angedeutet finden.

§. 108. Ueber das *Project an der Bucht von Morlaix einen Hafen anzulegen*, muſs ich folgendes erwähnen: Die Franzosen fühlen zu sehr die nachtheilige Lage ihrer Häfen gegen — die der Englischen, alſs daſs sie nicht Entwürfe machen sollten, um von dem Local so gut als möglich zu profitiren. Bis jetzt ist es aber leider fast bey Projecten geblieben, ja diejenigen, welche man hat ausführen wollen, sind gröſstentheils nicht vollendet! Die Bucht von Morlaix halten einige Ingenieurs für vortheilhaft gelegen, insbesondere der verstorbene Piganol de la Forca. Man sagt: um hier einen Hafen anzulegen, bedürfte es nur eines Bassins, welches die Natur schon in der Mündung des Flusses Dourdu für 40 Kriegsschiffe von 60 bis 70 Kanonen, angefangen habe, die Breite dieser Mündung betrüge 50 Toisen und die Tiefe sey fast hinreichend. Man dürfe also nur eine Schleuse zu einem Bassin und die nöthigen Kays und Werkplätze etabliren, um einen Hafen zu erhalten. Auch liefern die nahen Steinbrüche die besten Steine in Menge. Wenn man erwägt, daſs in der Bay von Morlaix eine hinreichende Tiefe und ein guter Ankergrund ist; daſs die Schiffe auf dieser Rhede zwischen den zwo Häfen Cherbourg und Brest inne liegt, also in Kriegen mit England und wegen den Inseln Jersey und Guernesey, sehr wichtig ist, so muſs man allerdings

dafür hatten, dafs die Regierung, die über die Anlage des Hafens ehemals gemachten Vorschläge wieder von neuem untersuchen lassen, und ihre Aufmerksamkeit auch auf dieses günstige Local richten werde. Zu wünschen wäre es dann noch, um der Wissenschaft willen, dafs sie die Vorschläge drucken, und eine genaue Karte vom Local stechen liesse. Westlich Morlaix liegt St. Pol de Leon, zwischen welchem und der Insel Calot sich der Flufs Pol ins Meer ergiefst. Nördlich diesem letztern Ort liegt Roscow, welches eine von der Insel de Bas gedeckten Rhede vor sich hat.

§. 109. Beschreibung des Hafens von *Brest* Tab. 62. Unter den französischen Seehäfen ist *Brest* der nützlichste: weil auf der von zwey Halbinseln und dem Brester Ufer gebildeten Rhede, mehr denn fünf hundert Kriegsschiffe gegen alle Seestürme und den Feind sicher liegen, auch der Hafen eine hinreichende Tiefe für Kriegsschiffe hat. Er nimmt 16 Schiffe vom ersten und zweyten Range, 24 vom dritten und 16 vom vierten Range, nebst 40 Transportschiffe auf. Von dem durch *Brest* gehenden Flufs *Pinfeldt* wird er gebildet. Wie indessen jedes Hafen- und Rhede-Local einige Mängel hat, so ist an dieser Rhede folgendes auszusetzen. Der Eingang oder die Seemündung le *Goulet* genannt, ist deswegen unbequem, weil darin die Felsen *Filettes* und *Maingnan* liegen, die bey den niedrigen Ebben der Springzeiten trocken laufen. Sie machen daher die Durchfahrt, beym Südwinde, nicht nur mühsam, sondern gefährlich und es sind selbst Kriegsschiffe daran gestrandet. Auch des Hafens Eingang mufs der Seemann mit Vorsicht passiren, weil die Sandbänke und Felsriefe ihn beengen. Diefs sind jedoch Nachtheile, die einem klugen und erfahrnen Seemann nie Schaden bringen, und die verschwinden, wenn man die grofsen Vortheile erwägt, welche die Rhede und der Hafen darbieten.

Die innere Distribution des Hafens ist nach und nach etablirt; deswegen auch nicht ganz den Grundsätzen, die ich im I. Bande aufgestellt habe, angemessen. Vorzüglich merkwürdig sind die vier Schiffsdocken. Drey liegen bey *a* in der Bucht von *Pontaniou* und die vierte bey *f*. Ausser diesen ist bey *e* der grofse Werft mit vier Kielplätzen. Das *Bagne* oder Sclavenhaus liegt bey *b*, das Hospital *c* und das Magazin *d* ist sehr zweckmäfsig eingerichtet. Die *Docke* ist freylich ein wenig zu nahe an das Magazin längs dem Kay, und das Thor des Arsenals stöfst auf eine schmale Brücke, welche öfters aufgezogen werden mufs, um von der Docke Gebrauch machen zu können. Grofse Bequemlichkeit gewähren die Kays längs der Citadelle, vorzüglich beym Ein- und Auslaufen der Schiffe, dagegen sind aber die übrigen Kaystrafsen zum Verkehr zu enge. Die Kielplätze liegen etwas zu nahe, und haben nicht hinlänglichen Luftzug, woraus Nachtheile in Hinsicht der Conservation des Holzes und der Schiffe entstehen. Auch liegen die Werkstätte zu nahe beysammen, so dafs die Arbeiten und der Verkehr aufgehalten und erschwert werden. Dieser engen Lage der Gebäude schreibt man auch die Feuersbrünste zu, welche so oft ausgebrochen sind. Dem Hafen fehlt noch eine Stückgiefserey; Holz oder Sägemühlen. Maschinen, die entweder

durch Wind oder Ebbe und Fluth bewegt werden könnten. Da zu den Holzvorräthen die Plätze fehlten, so liefs der ehemahlige Commandant Graf *Hector*, zwey Depots an der Rhede anlegen.

Zur Verbesserung dieses Hafens sind mehrere Projecte gemacht worden, von denen ich nur folgende erwähnen will. Man hat nämlich vorgeschlagen: in dem Flusse *Chateaulain*, östlich *Brest*, einen zwoten Hafen anzulegen. Jetzt scheint dieser Vorschlag eben so wenig wie der andere, die Regierung zu beschäftigen. Nach diesem wollte der Ingenieur *Nicolin* (Mémoire sur la Navigation intérieure) in der Bucht von *Trouin* einen Steindamm errichten, und für die Kriegsschiffe, so wie für die Kauffardeyschiffe, für jede eine Abtheilung machen.

Der Eingang der Rhede und die Küsten des Ozeans sind bey Brest mit Verschanzungen und Forts gut versehen, als da sind unter andern die Retranchements de *Quelern* von Kerjean; de *Cornouait;* auf der Spitze von *Robeck*; auf der Spitze *des Espagnols;* auf der Spitze du *Porzie.* Zwischen diesen zwo letztern ist der Eingang nach der Rhede. An der nördlichen Küste liegen die Forts von *Toulbrouch; Minou; Mangant*; die Forts auf der Spitze *de Nevent*, und die Batterien unter *Hilly*. Oestlich liegen die Forts du *Corbeau*, de l'Armorique und südlich das Fort *Lauveaq*.

Noch verdient hier die Academie des Seewesens angemerkt zu werden, welche 1752 errichtet ist.

§. 110. Beschreibung der Häfen *L'Orient und Port-Louis* Tab. 62. Südlich Brest treffen wir an der Küste des Oceans, wo die Fluth 15 Fufs steigt, zuerst an der Mündung des Flusses Blavet, *Port-Louis*, dann wo sich dieser Flufs mit dem Flusse Ponscroff vereinigt, *l'Orient*, welches an dessen rechtseitigem Ufer liegt. Die Einfahrt nach ihrer gemeinschaftlichen Rhede ist — der Felsriefe wegen, die der Seemann genau kennen mufs — gefährlich und in dem Hafen Port-Louis liegen die Schiffe während der Ebbe auf den Schlamm auf. Er ist daher von keiner sonderlichen Bedeutung und nur für Küstenfahrer ein Zufluchtsort. In demselben legt sich auch viel Schlamm, der ausgebaggert werden mufs.

L'Orient hingegen ist ein Hafen von Bedeutung. Der Hafendamm *ab* ist ein schwimmendes Flofs, dafs die Seebrandungen abhalten soll. Ehemals war hier der Sitz der Indischen Compagnie, welche zur Vervollkommnung des Hafens grofse Summen angelegt hat. Die Schiffszimmerwerfte *g* und *d*, so wie der Holzpark *e*, sind sehr vortheilhaft placirt, wie auch das Seearsenal *c* vortrefflich, ferner die Seilspinnerey und die Magazine *f*. Dieser trefflichen Anlage wegen ist l'Orient zu einem Kriegshafen ernannt. Auf den Werften werden Kriegsschiffe von 74 Kanonen gebauet. Da hier auch Kauffahrer erbauet und ausgerüstet werden, so ist es zugleich ein gemischter Hafen. Uebrigens liegt er zur Ausrüstung der Kauffahrdeyflotten sehr bequem und ist allen feindlichen Angriffen, wegen seiner Lage, entzogen. In dem petit Neptune Francois. London by Faden 1793 ist eine genaue Karte von dem Fahrwasser nach

diesen zwo häfen enthalten. Ich habe hier nur, dieses werkes plan gemäfs, die häfen geliefert, und nicht die fahrwasser zu denselben.

§. 111. *Nantes* T. 62. Hat der seemann Quiberon-Bay, von Ports-Louis ab, durchsegelt, so wird er die mündung der Loire ansichtig, an deren rechtem ufer Nantes liegt. Dieser flufs erhöhete sein bett dergestalt, dafs, ob er gleich noch in der mitte vorigen Jahrhunderts bis Nantes grofse schiffe trug, gegenwärtig bey dem 6 seemeilen weiter abwärts liegenden *Painboeuf*, während der ebbe und tockener Jahrszeit, nur einige schuh tief ist. Unterhalb diesem orte ist das fahrwasser noch 7 bis 8 fufs tief. Wegen dieses locals hat man vorgeschlagen, bey Painboeuf einen hafen anzulegen, und von da bis Nantes einen canal zu ziehen. Ausser diesem vorschlage sind noch einige entwürfe zur vertiefung der Loire gemacht worden. Nur einer davon ist versucht; nämlich derjenige, den der Ingenieur *Mangin* vor 40 Jahren machte. Er baute kleine kasten *), engte damit den strom ein, vergröfserte mithin dessen geschwindigkeit und also sein vermögen, das bett zu vertiefen. Indessen sind dergleichen kunstmittel nur von precairer wirkung, denn sobald man sie wegnimmt, treten wieder die vorigen umstände, d. i. die ausbreitung und schwächung des stromes und also versandung des bettes ein. Ohne zweifel würde die *Loire* durch eine zweckmäfsige beschränkung und direction ihres laufes verbessert werden können.

Zu Nantes sind die gemauerten kays schön und ihre ecken, welche die aufschlämmung vermehren, bieten zum verkehr grofse bequemlichkeiten dar. So kann man nur selten alle zwecke mit einander vereinigen, und mufs um einer absicht willen, andere vortheile aufopfern. Die Inseln, welche vor Nantes liegen, scheinen es möglich zu machen: eine gröfsere tiefe des flusses hervorzubringen, wenn man die flufsärme nach den absichten und dem local durch bauwerke theilte, wie dies im I. B. gelehrt ist. Die erhöhung des bettes der Loire hat den wunsch rege gemacht, zwischen der an der Mündung liegenden spitze von Mindin und St. Nazaire eine gegen alle stürme sichere rhede zu etabliren. Es erhielt daher im Jahr zwölf der republik, der Ingenieur *Goury* den auftrag, die nöthigen localuntersuchungen vorzunehmen, und er fand, nachdem er mit einer zwey zoll dicken eisernen unten mit einem erdbohrer versehenen sonde, die 10 und mehrere schuh, vermöge ihrer eignen schwere, in den grund einsank, die tiefen gemessen hatte, den ankerplatz, genannt mouillage des frégates, für die beste situation einer rhede **). Ich bemerke noch, dafs hier die springfluth 16 fufs steigt.

§. 112. *Les sables d'olonnes.* T. 62. Von der müngung der *Loire* bis zur Mündung der *Garonne*, d. i. die Gironde, passirt der seefahrer von *Noirmoustier* die Insel *d'Yeu*, um vor diesen hafen, der westlich von dem felsen, worauf das fort liegt,

*) Auch bey Bremen hat man dieses mittel, aber natürlich ohne grofsen erfolg versucht, und man wird sich auch bey der Weser zur einschränkung des flufsbettes und zu dessen correction entschliefsen müssen, wenn das fahrwasser nicht verlohren gehen soll.

**) Recueil polytechnique 2. v. p. 115

und östlich mit dem Hafendamme geschützt ist, anzulangen. Wenn der innere Theil des Hafens in ein Bassin verwandelt würde, so könnte er für Kauffahrer bequem seyn; und wenn ich nicht irre, so hat ihn die Regierung hiezu bestimmt. Von diesem Hafen fährt man durch den Pertuis von Breton zwischen der Insel Ré und der Küste von Poitou und gelangt dann zu dem Hafen von

§. 113. *La Rochelle* T. 62. Dieser Hafen ist zwar nicht grofs, aber sicher. Die Kunst hat viel daran gethan, wie wir bey der Beschreibung seiner Hafendämme sehen werden. Man hat nämlich die Hafenwände *abgh* und *cde* im Jahre 1740 sehr dauerhaft aufgeführt. Sie haben eine Länge von 740 Toisen. Merkwürdig ist die Brücke *ee*, die ich noch erwähnen werde. Sie formirt nämlich einen Clairvoie, und *d* bildet den Wasserbezirk, worin die Wellen durch die Brücke fallen, welche daher die Wellen in der Hafenstrafse mäfsigt. Wahrscheinlich hat sie den französischen Ingenieurs, den guten Effect der Clair-voies, mit einer Wasserfläche dahinter, zuerst gezeigt.

Von la Rochelle nach Rochefort passirt der Seemann die Rhede Bosques, worin er 6 bis 9 Faden Wasser findet. Zwischen den Inseln d'Oleron und Aix verfolgt er das Fahrwasser nach.

§. 114. *Rochefort*, T. 62., welches am rechtseitigen Ufer der Charente liegt. Es ist ohnstreitig nach Brest der wichtigste französische Kriegshafen am Ocean. Schade dafs er zu weit stromauf angelegt ist. Das Bett der Charente wird nämlich von Zeit zu Zeit höher, und aus ihrem Theil, der den Hafen formirt, mufs der Schlamm unaufhörlich ausgebaggert werden. Dieser Anschlämmung wegen können die Schiffe erst auf der vor la Rochelle liegenden Insel Rhé *), bis wohin man sie zwischen den Inseln Aix, d'Enet und der Küste, ehe sie auf die Rhede (des Basques) gelangen, über den Schlamm Grund schleppt, armirt werden. Die Rocheforter Etablissements zur Construction und Ausrüstung einer Flotte sind vortrefflich! Freylich nicht so die grofsen Schiffsdocken *a*, welche noch beschrieben werden. Wenn nämlich ein Schiff daraus gelassen wird, mufs man erst den Schlamm vor den Dockenthoren wegfördern. Eine andere gleichfalls mangelhafte Docke liegt noch an dem nördlichen Ende. Dagegen sind aber die Kielplätze *f* gut eingerichtet und gleich wie die Docken bedacht. Auch sind die Magazine *d*, so wie die 1296 Fufs lange, von Blondel auf einem blofsen Schwellrost erbaut Seilspinnerey *c*; und das Sclavenhaus *e*, gut situirt und fest erbauet. Das Hospital *b* liegt vor der Stadt, welche Lage gut gewählt wurde, da die mit Morästen angefüllte Gegend feucht und ungesund ist. In neuern Zeiten sind viele tiefe wässerigte Bezirke, um Rochefort, ausgetrocknet worden, wodurch man die Lage verbessert hat.

Wiewohl die dortige Einrichtung für den Schiffsbau sehr vortheilhaft ist, und der Hafen zwanzig Linienschiffe fassen kann, so war doch selbst vor dem Kriege, zu kei-

*) Diese Insel wird von den Forts Prée, Samblanceau und Martay vertheidigt, welche eine gute mit vieler Einsicht gewählte Lage haben.

ner zeit eine solche Anzahl schiffe stationirt. Vertheidigt wird Rochefort von dem Fort, welches auf der Insel Aix liegt, ferner von den Forts *Aiquille*, *fouras de la pointe* und *vergeron*.

§. 115. *Beschreibung des Hafens Bordeaux.* T. 62.

Der Garonneflufs hat das mit allen solchen Flüssen, welche der hydrotechnischen Correctionen entbehren, gemein: dafs er sein Bett sehr erhöhet. Auch ist die Mündung (die *Gironde*) für die schiffahrt nachtheilig, denn sie dehnt sich über einen breiten strand aus, der immer höher wird, und auf diese weise eine sandbarre bildet, über welche die Fluth langsam aufrollt. Ist der Fluthstrom aber über diese Barre, wo der seefahrer nur 3 Faden wasser findet, gekommen, so strömt er schnell aufwärts. Diese wirkung des Fluthstromes nennen die uferbewohner *Mascaret*. Die seeleute müssen dieselbe genau kennen, um nicht auf die sandplatte festzusegeln. Wäre aber diese nicht vorhanden, und die Garonne hätte vor Bourdeaux eine hinreichende Tiefe, so könnten Fregatten bis zu ihm hinaufgehen, und dieser Hafen könnte einer der besten des französischen Reichs seyn: denn die Kaystrafsen längs der Garonne sind zum schiffs- und waarenverkehr bequem, und dieser Flufs hat eine Breite von 360 Toisen, ist also für die schiffahrt überflüssig weit. In Hinsicht der Tiefe längs der stadt sollte sie mittelst zweckmäfsiger Flufsbauwerke eingeschränkt werden, um den strom eine gröfsere Geschwindigkeit, mithin ein gröfseres vermögen zu geben, womit er sein Bett vertiefen könne. S. I. B. S.

Da ich den vor der Gironde liegenden Leuchtthurm Corduan in diesem Bande beschreiben werde, so ist nur noch anzumerken: dafs auf dem Platze, den das schlofs und das Fort Trompette zu Bordeaux einnimmt, ein National-Monument erbaut werden sollte, und alle Architecten in Europa wurden von dem Directorio aufgefordert, zeichnungen dazu zu machen! Die Ausführung ist unter andern umständen aufgegeben.

§. 116. Beschreibung des Hafens von *Bayonne*. T. 62.

Der Hafen Bayonne, welcher von dem Flusse *Adour* gebildet wird, liegt 2900 Toisen von dem Ocean. Wiewohl er ein gemischter Hafen ist, so sind doch die Etablissements der Marine von wenig Bedeutung. Sie beschränken sich auf einige am linken ufer liegende Magazine und einem zimmerplatze, auf dem Gabarren gebaut werden. Der Kauffahrdeyhafen hat zu seiner Disposition das rechte ufer des Flusses und einen Theil des linken, der stadt gegenüber. Da der Adour öfters aus seinen ufer tritt, so erhöhet sich dessen Bett (B. I. S. 239) und die Fahrt ist der seichten wegen unbequem. Bey Bayonne könnte er aber Linienschiffe aufnehmen, wenn dessen Mündung nicht von einer grofsen sandplatte verstopft wäre, auf welcher bey den springzeiten nur 14 bis 15 Fufs wasser aufläuft. Diese sandbank entsteht eines Theils aus der geringen Geschwindigkeit, womit der Flufsstrom abfliefst und andern Theils von den hohen wogen, die den seesand gegen die Mündung aufrollen. Diesen wirkungen wollte der Fortificationsdirector *Touros*, mittelst zweyer Hafendämme, womit er die Mün-

dung des Flusses zu schmälern gedachte, unschädlich machen; ja, wo möglich gänzlich aufheben. Er hielt dafür, daſs die Hafenstraſse meerwärts schmäler als landwärts gemacht werden müsse, welches nicht nur in Hinsicht der Wirkung der zu etablirenden Spühlung, sondern auch wegen Verringerung der Wellenbewegung in der Hafenstraſse sehr zweckmäſsig ist (B. I. S.) Die Dämme sind auch wirklich über die Sandbarre 600 Toisen hinausgeführt worden. Dem künstlichen Fluſs gab man eine Breite von 100 Toisen, er ward also um die Hälfte geschmälert. Dessen Mündung erhielt aber eine Breite von 145 Toisen, wurde also den wahren Grundsätzen des Hafenbaues wiedersprechend angelegt.

Welche Richtung sollte aber den Hafendämmen gegeben werden? Diese Bestimmung war äuſserst wichtig, denn es hieng von ihr gröſstentheils der Erfolg der Austiefung ab. Es wurde demnach den 11. October 1731 eine Versammlung von Ingenieuren, Marine-Officiers und Seefahrer gehalten, welcher der Präsident *Barralth* eine genaue Karte von der Küste vorlegte. Sie hielt dafür, daſs die nachtheilige Sandbarre *), von drey Meereswogen, bewirkt werde; die binnen einer Minute aufrollten, und die Schiffe entweder über die Barre hinüber führten, oder solche auf sie festsetzten. Die Commission schloſs daher: daſs die Schiffe einen solchen Cours einhalten müſsten, worin sie die Wogen senkrecht durchschnitten, welches auch die tägliche Erfahrung bestätige. In dieser Hinsicht müſsten demnach auch die Hafendämme der Direction der Wellen entgegenstehen; daſs ist, in Nordwesten gerichtet seyn. Der nördliche Damm sollte überdem, nach Herrn de Tours Meynung 30 Toisen weiter ins Meer gehen als der südliche, weil aus jener Weltgegend der herrschende Seewind bläſst. Dieser letztere Vorschlag wurde, so zweckmäſsig er war, nicht befolgt, sondern das Gegentheil; man machte den südlichen Hafendamm länger als den nördlichen. Die Folgen sind aber auch nachtheilig gewesen, und da die Sandbank sich meerwärts immer weiter ausdehnte: so muſsten die Hafendämme verlängert werden. Gegenwärtig beträgt ihre gemeinschaftliche Länge 2500 Toisen, und dennoch ist der Eingang für den Seefahrer gefährlich **).

In neuern Zeiten haben die französischen Ingenieurs einen groſsen Spühlbusen, und eine Spühlschleuse an der Hafenstraſse, vorgeschlagen, um die Sandbank fortzu-

*) Sie lag damals 350 Toisen von der Mündung des Adourflusses entfernt.

**) Es ist anmerkenswerth, daſs wir diese Dämme auf der cassinischen Karte nicht finden. Bey meiner Reise durch Frankreich habe ich mehrere Blätter dieser Karte bey mir gehabt, und ich bin von ihrar Unvollkommenheit überzeugt worden. Noch mehr bin ich es, wenn ich eine Vergleichung zwischen ihr und denen aus Frankreich mitgebrachten, theils gestochenen, theils gezeichneten Karten, von denjenigen Gegenden, wodurch die Canäle ziehen, anstelle. Die französischen Ingenieurs erkennen auch die Unrichtigkeit und das Mangelhafte dieser Karte; indessen sie von deutschen Gelehrten und Geographen noch immer für die erste Karte der Welt ausgerufen wird, und das bey allen Gelegenheiten. Die ausländischen Producte werden hochgepriesen; und die einheimischen guten Karten nicht oder selten erwähnt. Aber solche, in denen die Natur verzerrt, werden als classische, selbst in den geographischen Ephemeriden, mit übertiebenem Lobe empfohlen!!

schwemmen. Den Spühlbusen wollen sie in der Bucht hinter dem nördlichen Damm, in welchem das Meer starke Einrisse gemacht hat, anlegen. Durch diese ziehend bedeckt gegenwärtig jede Fluth eine Fläche von 60 Tausend Quadrat-Toisen, die zum Etablissement des Spühlbusens, zum Theil, dienen könnte. Es ist aber sehr zu wünschen, dafs in der langen Hafenstrafse selbst eine Spühlschleuse, oder wenigstens unter solcher Direction die mit der Hafen-Strafse so viel als möglich einen sipitzen Winkel formire, angelegt werde: denn es ist gewifs, dafs ein so flüchtiger Sand, als woraus diese Barre besteht, von einem zweckmäfsig geleiteten Spühlstrom fortgejagt werden kann; sollte man auch die Dämme noch etwas verlängern.

Da gegenwärtig die Wellen mit furchtbarer Kraft über die Barre hinwelzen, die Schiffe öfters 6 bis 15 Tage in der Hafenstrafse liegen müssen, ehe sie dieselbe passiren können, und jährlich darauf 4 Schiffe im Durchschnitt verunglücken: so verdient dieses Local eine Correction. Seit der ersten Auflage dieses Werkes hat der Kaiser auch auf diesen Hafen seine Aufmerksamkeit gerichtet, welches das Decret vom 20. July 1808 beweifst. Die Mündung zwischen den Dämmen soll demselben und dem Vorschlage von den General-Inspectoren *Prony* und *Sganzin* zufolge, auf 76 Toisen eingeschränkt werden. Des südlichen Dammes Verlängerung wurde auf 40 Toisen bestimmt; dann sollte vom nördlichen Damm eine Verlängerung von 240 Toisen Länge angehn, die aber niedriger als die jetzigen Dämme bestimmt wurde *). Zu einem Drittheil dieser Werke wurden 400,000 Fr. angewiesen. Nach drey Jahren sollte eine Commission die Wirkung untersuchen. Zugleich wurde die Anpflanzung der Dünen und die Schonung der Fichtenwälder, am Ufer des Adourflusses, verordnet, damit die Sandufer nicht in den Flufs geführt würden.

§. 117. Beschreibung der *Rhede und des Hafens von Cadix* Tab. 68.

Unter den spanischen Seehäfen — da wir Gibraltar nicht dazu zählen dürfen — ist wohl Cadix der einzige, welcher uns in wissenschaftlicher Hinsicht interessirt. Die Rhede oder Bay ist eine der besten in Europa. Sie kann die gröfste Flotte beherbergen, ist gegen alle Stürme gesichert, und gegen feindlichen Angriff von dem Fort Sebastian, von Cadix und den verschiedenen Forts und Batterien, die auf der Karte angedeutet sind, vertheidigt. Das Innere dieser Rhede bildet also zugleich einen Hafen. Er heifst die Bay von Puntales.

Cadix selbst würde den heftigen Wogen des Meeres und dem Fluthstrom sehr ausgesetzt seyn, wenn die Kunst es nicht beschützte. Im siebenzehnten Jahrhundert hatte auch das Meer, bey Vernachlässigung der Kunstmittel, einen Theil der Stadt verschlungen. Und als man im Anfange des XVIII. Jahrhunderts eine Seewehre, in Gestalt eines Deiches, aufgeführt hatte, wurde man endlich gewahr: dafs auch dieser steil gemauerte Seedeich nicht zu widerstehn vermochte. Er ward unterhöhlt und drohete,

*) Ich habe also in der ersten Auflage (1801), worin ich die Verlängerung des nördlichen Dammes über den südlichen hinaus, als nützlich erachtete, das Local richtig beurtheilt.

ohngeachtet jährlicher und kostbarer Reparaturen, den Einsturz; ja man gab den emplojirten Ingenieurs Schuld: dafs sie diese unzureichenden Arbeiten ihres Nutzens wegen nicht aufgaben. Solcher Beyspiele von dem Eigennutz der Directeure könnten wir mehrere anführen! Endlich wurde das Gouvernement dieser kostsplitternden Arbeiten, welche von den Wellen und dem Fluthstrom eben so schnell in den Abgrund gestürzt, als sie aufgeführt wurden, müde, und liefs einige Projecte, zu einer bessern Methode entwerfen. Der Ingenieur Don Thomas *Munoz*, trug, unter denen welche die Vorschläge eingereicht hatten, i. J. 1786 den Sieg davon. Er liefs längs der perpendiculären Mauer einen Steinwall mit einer grofsen Böschung aufführen. In dieser Steinböschung legte er vorausstehende Höfter von Steinkisten und Steinen an und vor der Stelle, wo der Steinwall hinkommen sollte, liefs er zuvor grofse mit Steinen gefüllte Kisten einsenken, die dazu dienen, das Abrollen der Steine von der Böschung zu verhindern. Diese Arbeit wurde 1788 angefangen und drey Jahre nachher beendigt, obgleich man nur während der Ebbe arbeitete. Das Steinrevettement, welches 14 Millionen Piaster gekostet haben soll, sehn wir in dem Plan angegeben, desgleichen auch die Mauer, welche von *Cadix* nach *Sebastian* geht. Diese Werke haben dem Zwecke vollkommen entsprochen und die Sturmfluthen schlagen gegenwärtig nicht mehr so hoch, als ehemals, gegen den Rampart und die Häuser von Cadix, die sie erschütterten und öfters mit Wasser bedeckten, weil die Wellen auf der schrägen Steinböschung aufrollen und allmählig gebrochen und abgemattet werden.

Die Bay von *Cadix* ist ausgedehnt genug, um jede Gattung von Schiffen eigne Ankerstellen anzuweisen. Vor der Stadt, in einer gewissen Entfernung, ankern daher die Schiffe, welche aus den europäischen Häfen kommen. Mehr westlich, im Canal von *Trocadero*, sind die Ostindienfahrer stationirt. Bey *Puerto Real* befinden sich die Magazine, Arsenäle und die Werkplätze für Kauffahrdeyschiffe. Der Eingang von dem Flufs *Trocadero* ist von dem Fort *Matagardo* und *Fort Louis* vertheidigt, und beyde sind von dem berühmten *Duguay-Trouin* erbauet. Das Feuer dieser zwo Forts kreuzt sich mit dem Feuer des Forts *Puntales* oder des Forts von *San Lorenzo*. In dem hintern innern Theil der Bay liegen die abgetakelten Kriegsschiffe vor Anker.

Die merkwürdigste Anlage für den Hafenbau findet man in *la Carraca*. Hier steht das gut eingerichtete Gebäude für die Galeerensclaven; die Seilspinnerey von 1200 Fufs lang und Marinies wollen versichern: dafs hier die besten Schiffsseile in Europa gemacht werden. Dort sieht man auch ungeheure Vorräthe von kupfernen Platten zum Beschlagen der Schiffe, welche die Spanier, von Schweden und Triest ziehn. Vor etwa 40 Jahren konnte zu Carraca kein Kriegsschiff ausgebessert, viel weniger gebauet werden, und um sie zu calfatern, mufsten sie auf Pontons gekielhohlt werden. Der Inspector de *Valdès* zu Carraca verschafte seinem Vorschlage, hier Schiffsdocken anzulegen, nicht nur Eingang, sondern liefs ihn von 1785 an, während er Seeminister war, bey aller Schwierigkeit des schlammigten Grundes, ausführen. Die

drey Docken wurden auf einen Wald von Grundpfählen erbauet, von denen ich kein Detail, welches gewiſs lehrreich seyn würde, zu geben vermag. Diese gesammte Marine-Etablissements würden sehr gewinnen, wenn mittelst des Canals von Carraca oder des Flusses St. Peter, eine Wasserstrasse für Schiffe eröffnet würde.

Noch muſs ich des gemauerten Dammes oder der Chaussée, die der Commandant *Oreilly*, der sich viele Verdienste um *Cadix* erworben hat, anlegte, erwehnen. Sie fängt bey Cadix an und geht bis Isle de Leone. Der Ingenieur du *Bournial* hat sie aufgeführt, und sie liegt etwa 60 Fuſs über das Meer. S. Fischers Reisen pag. 385. Die militairische Wichtigkeit und die feste Lage von Cadix ist übrigens, durch den jetzigen Krieg, hinlänglich begründet.

§. 118. *Beschreibung des Hafens Gibraltar* T. 62.

Gibraltar mehr berühmt wie unüberwindliche Feste als Hafen, verdient hier gewiſs eine Stelle. Die Natur hat es möglich gemacht, von der Bay vor Gibraltar als Hafen zu profitiren, denn längs ihr ist das Ufer flach, und zur Anlage einer Hafenstadt geschickt gewesen. Wie furchtbar steil ist aber nicht dagegen die Felswand längs dem mittelländischen Meere? Gegen Stürme und Ströme aus Norden und Süden ist die Bay durch das Cap *Carmern* gedeckt; ja diese Meersröme, die aus dem Ocean kommen, und das Königreich Fetz umlaufen (Belidor Arch. hyd. §. 658.) erleichtern denen in die Meerenge von Gibraltar einlaufenden Schiffen das Einkommen, und die Erreichung des Hafens: weil die Fluth Nord-Quart-Nordost aufwallt. In der ganzen Bay ist bey 10 bis 12 Faden Wasser ein guter Ankergrund. Am Gestade von Gibraltar, woran die ordinaire Fluth 16 Fuſs hoch steigt, ist gleichfalls hinreichende Tiefe für die gröſsten Kriegsschiffe. Doch zur gröſsern Sicherheit der Schiffe sind hier vier Meerdämme (1, 2, 3, und zwischen 2 und 3 der vierte) angelegt worden. Diese Steinmolen sind in der berühmten Belagerung zugleich Batterien gewesen. Der eine Hafen *A* dient den kleinen Schiffen zum Auffenthalt, denn er hat bey der Ebbe nur 10 bis 12 Fuſs Wasser; aber der andere Hafen *B*, ist für die Kriegsshiffe bestimmt. Besonders wichtig sind diese Häfen dem Seemann bey südwestlichen und Ost-Nord-östlichen Stürmen, während denen es schwer fällt, die See zu halten. Wie höchst wichtig ist aber nicht erst Gibraltar für England, in Hinsicht der Schiffahrt auf dem mittelländischen Meer! Der Besitz von Gibraltar macht es den Engländern möglich, daſs die Schiffe ihrer Gegner nicht vom mittelländischen Meer nach dem Ocean, und umgekehrt von diesem nach jenem durch die Meerenge, ohne von einer bedeutenden Flotte eskortirt zu werden, gehn können, und daſs ihre Schiffe bey Stürmen und nach Seeschlachten in diesen Hafen einen sichern Zufluchtort finden.

§. 119. *Beschreibung des Hafens von Vendres.* T. 63.

Dieser Hafen besteht aus einer Bucht, die von der Natur gleichsam zur Ankerstätte bestimmt ist, wiewohl dessen Mündung noch enger seyn könnte, wenn die Schiffe auch gegen die Ostwinde gesichert seyn sollen. Er ist im Jahre 1770 mit

einem Kay verschönert und ausgetieft worden, dessen Vertheidigung machen 2 kleine Forts, die man auf der Karte sieht aus.

§. 120. *Collioure.* T. 63. nicht weit von Vendres, ist ein für Barken dienender Hafen, den die Bucht des Meeres formirt, der für die Hydrotechnik kein sonderliches Interesse darbietet, und nur, um die französischen Häfen vollständig zu liefern, habe ich ihn hier aufgenommen. Die Stadt Collioure ist stark befestigt und zu des Hafens Defension dient zugleich die auf eine Anhöhe liegende Sternschanze, welche das Meer beherrscht.

§. 121. ***Beschreibung der Häfen von Agde *) und Cette.*** T. 62.

Die Küsten des mittelländischen Meeres sind für die daran liegenden Häfen nicht sehr günstig, weil sich vor denselben eine Menge Sand und Schlamm einfindet, womit die Häfen angefüllt werden, wenn man nicht kostbare Baggermaschinen gebraucht, oder bedeutende Werke anlegt. Zu dieser Anschlammung tragen auch die Flüsse, welche sich ins Meer ergiefsen, und die viel Material mitführen, bey; insbesondere ist es die Rhone, welche viel Sand und Kiesel führt, womit die Küsten erhöht sind. Diese Materialien werden von den Wellen bald abgespühlt, bald wieder ans Gestade geführt, je nachdem diese hoch anlaufen, und in welcher Direction sie an die Küste anfallen. Eine dritte Ursache der Sandlagerungen ist die Schwäche des Ufer- oder Küstenstromes, welcher den Sand nicht fortführen kann, ohne Hülfe der Wellen. Dieser Küstenstrom ist in der That merkwürdig genug, um ihn hier näher zu betrachten. Nach mehrern Beobachtungen **) ist er in dem venetianischen Meerbusen schon sichtbar, und kommt in demselben von Corfu längs den Küsten von Albanien, Dalmatien, Istrien und Friaul nach Venedig, von da zieht er längs Ravenna nach dem italienischen Gestade, passirt die Meerenge von Messina, und zieht nun wesstwärts nach Genua und der französischen Küste hin, wo er längs der spanischen seinen Lauf fortsetzt. Dieser Küstenstrom verursacht zwischen allen Kaps und Hafendämmen Widerströme in deren Kreisen das Material zu Boden sinkt, wie dies bey den Flüssen geschieht. Diese Widersröme entstehn nämlich, indem der Küstenstrom die Buchten und Häfen ausfüllen mufs, wie wir bey der Seinemündung ähnliche Ursachen und Wirkungen gesehen haben.

Solche Ansandungen, die von dem Küstenstrom und den Wellen angeschwemmt sind, treffen wir auch in der Mündung des Flusses *Herault*, die den Hafen von *Agde* bildet. Der Ingenieur *Groignard* schreibt sie vorzüglich demjenigen Küstenstrom, der von *Brescou* herkommt, zu, und der von der Mündung des Hafens entfernt bleibt: also den Sand seitwärts abwirft. Er läfst sie auch zum Theil von dem Sande entstehn, welchen der Wind aus den nahen Dünen wegführt, und quer längs dem Hafen vorbeyrollt. In diesem Betracht schlug er vor: die Hafendämme von Agde, insbeson-

*) Agde und die Lage dieser Küste wird der Leser in den Karten, die ich bey diesem Bande vom Languedoccer Kanal liefere, finden.

*) Raccolta d'autori che trattano del moto dell' acque; Tom. IV. pag. 70.

dere aber den östlichen Hafendamm, bis zum Hauptstrom, zu verlängern, der Hafenstraße ihre Weite, die 50 Toisen ist, bis auf vierzig einzuschränken und die Dünen zu bepflanzen. Den letztern Vorschlägen stimmt zwar der Ingenieur Mercardier bey, aber er meint: daſs die Verlängerung der Hafendämme bis in die Bahn des Küstenstromes, zwar die Ansandung an der östlichen Seite der Hafenmündung, aber nicht längs der westlichen behindern werde; auch hielt er dafür: den Dämmen gleiche Länge zu geben. Meiner Meinung nach sollte man die Mündung bis auf 20 Toisen einschränken, einen Spühlbusen seitwärts der Hafenstraſse anlegen, denselben mittelst des Flusses Herault füllen, und endlich, nach dem Vorschlage von Groignard, die Hafenstraſse verlängern lassen, sie jedoch, wie gesagt, schmälern.

Das Groignardsche Project gewann auch den Beyfall der Stände von Languedoc, denn man hat angefangen es auszuführen: Die Hafendämme sollten mit groſsen ausgemauerten Kästen erbauet werden, und nachdem der erste Kasten glücklich an Ort und Stelle gebracht war, so spühlten die Wellen vor und längs demselben den feinen Sand weg, welches die verticalen Wände des Kastens erleichtern, und die Kästen wurden gröſstentheils zerstört. Sollten die Ueberreste nicht fortgerissen werden und den Eingang der Hafenstraſse verschütten, so muſsten sie mit Steinmassen beworfen werden, welches auch geschah. Denjenigen Lesern, welche die Construction der Sinkstücke und ihren guten Effect aus dem ersten Bande kennen, darf ich wohl nicht weitläuftig darthun: daſs man die Verlängerung dieser Dämme mittelst solcher Buschsteinwerke solide hätte ausführen können! Weil aber diese Methode in Frankreich nicht bekannt ist, so sind die Hafendämme von Agde im Jahr 1785 von Steinen, bis zum niedrigen Meer, aufgeschüttet worden, und oben sind sie, auf einer Breite von 18 Schuh, mit Werkstücken gedeckt. Da diese Werke die Tiefe ziemlich vermehrt haben, und Agde am Ende des Languedoccer-Canals liegt, so ist zu wünschen, daſs sie vollkommen ausgeführt werden mögen *).

Welche Mittel man indessen auch anwenden mag: um den Hafen von Agde zu verbessern, so ist er doch zu klein, und in dieser Hinsicht haben die französischen Ingenieurs, und namentlich Vauban, ihre Aufmerksamkeit auf den Hafen von Cette gerichtet. Die erste Nachricht, welche davon erschien, steht in den Lettres a Mr. Barillon par *Froidour* 1672, denn man war schon früher mit dem Bau des groſsen Meerdammes *AB* (Digue de Richelieu) beschäftigt gewesen. Damit die Wellen das südöstliche Gestade von Cette nicht angreifen sollten, so wurde ein ähnliches Werk, von *I* bis *D*, von Steinen, aufgeschüttet. Gegen die östlichen Winde sollte der Hafen von einem Meerdamm *EDF* beschützt werden, ja! man wollte diesen Damm (jettée de Frontignam genannt) nach der punctirten Linie unter *f* verlängern; aber er ist nicht weiter ausgeführt, als es die Karte zeigt.

*) Histoire du Canal du Midi par Andréossy p. 212.

Wenn man nun weiſs, daſs die wellen in die hafenmündung heftig hineinrollen und sand mitbringen, daſs die schiffe fast bey jeder unruhigen see gefahr laufen, gegen den hafendamm *ID* geworfen zu werden, so wird die ausfüllung der oeffnung *DC* oder ein isolirter meerdamm davor, welcher noch eine einfahrt gestattet; und die anlage eines meerdammes von *F* nach *f*, gerechtfertigt seyn.

Ich würde mit diesen werken nicht nur den hafen von cette gegen die seestürme aus osten, denen er jetzt blos gestellt ist, sondern auch gegen das einrollen des sandes sichern, da der küstenstrom, der den sand aufwellert, von osten nach westen läuft. Ferner würden diese werke denjenigen strom, der in dem hafen von cette durch das abwechselnde steigen und fallen des teiches von thau entsteht, verstärken, indem man ihn ja einengt: folglich würde derselbe eine gröſsere tiefe hervorbringen. Endlich wird der hafen, nach der ausführung dieses vorschlages, so groſs werden, daſs er den mangel einer rhede ersetzen kann. Sollten denn aber noch die südwinde zu hohe wellen im hafen hervorbringen, so könnte auch ein isolirter meerdamm, vor die mündung *G*, gelegt werden, nach dem beyspiel von civita-vecchia.

Einer wesentlichen Correction bedarf der hafen von cette gewiſs, denn der sand häuft sich darin so stark an, daſs man genöthigt ist, acht groſse baggerprahmen zu unterhalten, die jährlich 5 bis 600 cubik toisen sand ausbaggern, und deren jährliche unterhaltung 50000 livres kostet (Lalande canaux de navigation §. 296); auch liegen darin die schiffe nicht sicher. Uebrigens ist dieser hafen äusserst wichtig für die seefahrer, denn er ist, zwischen den pyräneen und der rhone, der einzige, welcher groſse schiffe aufnehmen kann, da er eine tiefe von 18 fuſs hat, aber des canals tiefe *H* beträgt nur 8 schuh. Dieser wichtigkeit wegen hat der Ingenieur Mercardier vorgeschlagen *): aus dem flusse Herault eine solche wassermasse in den teich von thau zu leiten, vermittelst welcher die spühlung des hafens bewirkt werden könnte, welche in der that, nach meinem vorschlage, von groſsen wirkungen seyn müſste, indem man die wassermasse in einen raum beschränkte und ihr nnr *einen* ausfluſs gestattete. Wiewohl ich nun, nachdem ich meinen lesern von dem hafen von cette eine beschreibung vorgelegt habe, dieses küsten-local verlassen könnte, so wird es doch nicht überflüſsig seyn, wenn ich noch einiges anführe:

§. 122. *Ueber die rhede von Brescou.*

Wenn man den hafen von cette auch verbessert und erweitert hätte, so bleibt doch immer eine geschlossene rhede in dessen nähe wünschenswerth; vorzüglich zweckmäſsig würde sie seyn, wenn man sie zwischen den häfen von cette und agde anlegte, und das könnte nun bey dem cap von Brescou geschehn. Das fort welches daselbst auf einen isolirten fels im meer liegt, hat zwischen sich und dem ufer eine oeffnung von 70 toisen, ist mithin für eine sichre rhede, nach dem urtheil der französischen Ingenieurs, gut gelegen. Deswegen wurde hier unter Richelieu's Ad-

*) Recherches sur les ensemblemens de ports de mer.

ministration ein Meerdamm aufgeführt um einen Hafen zu etabliren. Andréossi schlägt daher in seinem Werke von dem Languedoccer Canal pag. 218 vor: von diesem Fort zwey Meerdämme, jeden zu 300 Toisen lang, nach beyden Seiten abgehn zu lassen, welche die Rhede einschliefsen und dieselbe gegen Seestürme decken werden. Der östliche Damm soll eine gerade Linie machen und der westliche nach einer flachen Curve geführt werden. Zu diesen Dämmen sind die Steine aus den bey Brescou liegenden Brüchen zu holen, also ganz in der Nähe.

§. 123. *Der Hafen von Marseille Tab.* 62.

ist einer der ältesten Häfen in Frankreich, denn er wurde 590 von den Phöniciern angelegt und er ist ganz ausgegraben und ausgebaggert, also ein Werk menschlicher Arbeitsamkeit. Derselbe liegt an einer Bay, die ihm zur Rhede dient, welche freylich den Rheden von Toulon und Brest weit nachsteht, denn die Süd und Südostwinde machen darauf hohe Wogen. In dieser Rhede und der Stadt Marseille gegenüber liegen drey kleine Inseln. Auf der ersten steht das Schlofs Dif; auf der zweyten das Schlofs Rotenau, und auf der dritten das Fort Pomeque. Aufser diesen Forts liegen auf der Küste einige Batterien, welche die Rhede gegen feindliche Angriffe sichern. Der Eingang des Hafens wird aber von dem Fort Jean und der Citadelle vertheidigt. Die Tiefe in der Rhede beträgt 20 bis 40 Schuh, ja man findet Stellen, die mehr denn 150 Schuh tief sind.

An dem Hafen, dessen Eingang 45 Toisen breit ist, und der des Nachts mit einer Kette verschlossen wird, liegt die Stadt selbst Da die Lage bequem und der Hafen gegen alle Winde gesichert ist; auch Marseille in Rücksicht des Handels nach Afrika, Spanien und Italien vortheilhaft liegt: so ist ein Arsenal und eine Docke, die Belidor beschrieben hat, erbauet worden. Diese Etablissements sind aber 1740 an den Handelstand verkauft; und seit dieser Zeit ist Marseille lediglich ein Kauffardeyhafen. So viele Vortheile dieser Hafen auch darbietet, ist er doch nicht ohne Mängel, denn die Kays sind zu einem bequemen Verkehr nicht breit genug, auch ist die Einfahrt, seitdem man die drey Meerdämme, welche den Eingang bildeten, abgebrochen hat, schwieriger geworden. Diese Meerdämme, deren Erbauungsjahr unbekannt ist, nannte man les pilons. Sie bestanden aus Quadersteinen, die untereinander mit kupfernen Ankern verbunden waren. Von denselben liegen noch Ueberreste unter Wasser, welche eigentlich die gefährlichen Klippen bilden, und seitdem diese Dämme abgetragen sind, hat der Sand einen freyen Weg in den Hafen; daher denn auch in neueren Zeiten die Baggerarbeiten immer nöthiger und kostbarer geworden sind.

§. 124. *Der Hafen Bouc,*

welcher zwischen Marseille und der Rhone liegt, ist wegen einer neuen Mündung dieses Flufses versandet, wie wir aus Belidors Wasserbaukunst Tom. II. §. 707. sehn.

Ich führe also nichts weiter darüber an, als daſs er nur zum Beyspiel dient: wie so öfters die Flüſse auf seeuferbauwerke und Häfen Beziehung haben.

§. 125. *La ciotat Tab.* 62.

liegt zwischen Marseille und Toulon. Dessen Hafen ist nicht tief, nur für kleine Fahrzeuge bestimmt und er wird von zwey steindämmen und einem Fort formirt. Marseille wird aber den Handel von Ciotat nie aufkommen lassen, und so wird dieser Hafen auch nicht groſse Vortheile für das Commerz gewähren.

Da ich den Hafen von Toulon der jetzt seiner geographischen Lage nach folgen würde, im I. Bande beschrieben habe, so werde ich hier nur anzumerken haben: daſs längs der Küste vor der Bay von Hieres die reitzenden Inseln Ribaudin, Ribaudeau, Porquerolles, Bagneau, Port - Cros und de Levant oder Titan, die Hierischen Inseln genannt, liegen; daſs in dieser Bay der Seemann drey gute Rheden antrifft, von welchen die östliche von dem auf einer felsigten Insel liegenden Fort *Breganzon* vertheidigt wird.

§. 126. Der Hafen von *Tropés* T. 63. — zwischen Toulon und Antibes gelegen — ist von zweyen Meerdämmen gebildet. Wiewohl der Flecken Tropés nicht groſs ist, so scheint der Hafen doch eine bessere Situation zu haben, als der von Frejus, welcher bekannter geworden, seitdem hier der Kaiser *Napoleon* (auf der Fahrt von Egypten) ans Land stieg.

§. 127. Wenn gleich *der Hafen von Antibes* Tab. 62. nicht groſse Werke darbietet, und nur kleinen Schiffen zum Bergeplatz dient: so ist doch das Local gut benutzt. Man hat die Bucht mit einem fortificirten Meerdamme *c d f g* und einem zweyten kleinern Damme *c*, gegen die Seestrürme, gedeckt. Der erstere ist auf einem natürlichen Felsen, der letztere ins Wasser hinein errichtet. Beyde Dämme bestehen aus Mauerwerk.

Was diesem Hafen noch einen Vorzug vor vielen andern gibt, das ist die von demselben ½ Stunde entfernt liegende groſse Rhede von Gourjean.

§. 128. *Beschreibung des Hafens von Nizza. Tab.* 63.

Nizza ist ganz ein Werk der Kunst, zwischen den Ruinen des alten Schlosses und dem Berge Montalbano ausgegraben und gegen das Meer mit einem starken 250 Toisen langen Hafendamm *a b d*, dessen Construction ich im folgenden Kapitel beschreiben werde, gedeckt. Sein oberer Theil *c e* liegt etwa 30 Schuh über die Oberfläche des Meeres, der andere Theil *e d* ist 20 Schuh niedriger. An dem Innern-Hafen *h* liegen die Werfte *g*; demselben soll die hohe mit Thürmen zu versehende Mauer zum Schutze gegen die südlichen Seewinde dienen.

§. 129. Der Hafen von *Villa-Franca* Tab. 63, wiewohl kleiner als der von Nizza hat dennoch den Vortheil, welchen seine Rhede und eine Schiffsdocke, die an dem den Hafen bildenden Meerdamm, liegt, darbietet, voraus. Die Rhede oder der Meerbusen wird nämlich von den Caps Montboron und Malatengua gebildet. Da sie

in der Nähe von Nizza liegt, so legen sich darauf diejenigen Schiffe, welche bey widrigen Stürmen in den Hafen nicht einlaufen können, vor Anker.

§. 130. *Genua's Hafen* T. 68. würde einer der gröfsten und befsten Häfen in Europa seyn *), wenn man den *Neuen-Meerdamm* 165 Toisen verlängerte, wie es auf dem Plane angezeigt ist: denn die im Hafen liegenden Schiffe werden von dem Südostwind (Libeccio) stark beunruhigt, und man hat Beyspiele, dafs in diesem Hafen, der von dem neuen und dem alten Meerdamm formirt wird, mehrere Schiffe verunglückt sind. Ja! man ist dieser Unsicherheit wegen willens gewesen, in dem Golfo della Spezzia einen neuen Hafen bey Lerici zu etabliren. Und wenn gleich beyde Meerdämme des Hafens von Genua 20 bis 30 Schuh über die Oberfläche des Meeres liegen, so gewähren sie doch, wegen der grofsen Oeffnung, die zwischen ihnen geblieben ist, wie gesagt, keine absolute Sicherheit für die Schiffe.

Die innern Häfen liegen in *a* und *b*: sie dienen zum Schiffsbau so wie zur Stationirung der Kriegsschiffe; 1) Ist das Thor *Thomas*, welches nach dem Innern-Hafen führt; 2) Ist ein hölzernes Anlegehöft, *Ponte legna* genannt. Bey 3) liegt ein zweytes aber steinernes Anleghöft, und Nro. 4. ist ein solches Höft, welches *il Ponte spinola* heifst; das Höft Nro. 5. nennen die Genueser *il Ponte reale*, und das Nro. 6. *il Ponte-mercanti*. Bey 7. liegt ein Höft, das sie *St. Theodoro* nennen, und das Höft Nro. 8. wird *Passo di St. Lazaro* genannt.

Nicht nur alle diese Meerdämme aufser Nro. 2., sondern auch die Kays längs dem Hafen, bestehen aus Mauern mit Werkstücken bekleidet. Ueberhaupt ist *Genua* nicht nur ein grofser, sondern auch ein sehr prächtiger Hafen, und die Lage ist eben so schön als vortheilhaft zum Handel. Nach Genua folgt die Bay von *Spezzia*, welche allerdings zu einem grofsen Hafen umgebildet werden könnte. Von da kömmt der Seefahrer nach *Livorno*, dessen Hafen gegen die Westwinde von einem *Molo* geschützt ist. Der Hafen von *Livorno* ist klein, aber desto gröfser ist die Rhede, worinn der Seemann $4\frac{1}{2}$ bis 6 Faden, (zu 5 Fufs) Wassertiefe findet. Aus dem *Arno* ist mittelst eines Canals bey *Pisa* das Wasser nach *Livorno* geführt, vor dessen Meerdamm, in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Seemeile, ein schöner Leuchtthurm im Meer selbst liegt.

Hier sollten nun die Häfen an den Küsten von *Corsica* erwähnt werden, aber ich kann die Kupfer nicht vermehren, wiewohl ich von einigen dieser Häfen genaue Plane besitze, und dann sind es nicht künstliche, sondern von der Natur gebildete Häfen. Darunter ist *Porto-Vecchio* der befste, der drey Seemeilen landeinwärts geht, und eine Bucht bildet.

§. 131. Der Hafen von *Terracina* T. 68. zwischen *Rom* und *Neapel* gelegen, ist gegenwärtig seichte, und versandet. Seine Form ist übrigens nicht ganz zu tadeln. Dessen Wände sind von Steinmassen aufgeführt. Wie wichtig sind aber nicht die Pontinischen Sümpfe, die hier beginnen?

*) Dieser Hafen ist etwa 1000 Toisen lang, und 600 breit, dessen Oberfläche ist daher 600000 Quadrattoisen grofs.

§. 132. *Die Rhede und der Hafen von Neapel.* T. 68. verdienen unter allen italiänischen Häfen und Rheden, gekannt zu seyn, denn nirgends an den Küsten Italiens, wird eine bessere Rhede angetroffen. Sie ist nämlich von dem Lande und von dem Vesuv, gegen alle Nord- und Westwinde, von der Landzunge und der Insel Capri, gegen die Südwinde geschützt. Also sind es nur die Südwestwinde, welche ihr nachtheilig werden! Der Eingang in die Rhede ist zwischen den Inseln Ischia und Capri.

Der Hafen von Neapel wird von dem Meerdamm, worauf das Castell *dell'Ovo* liegt, ferner von dem Flügelmeerdamm, worauf der Leuchtthurm steht, in einigen Buchten, worinn die Schiffe während den Stürmen sicher liegen, abgetheilt. In demselben ist eine Tiefe von 4 bis 5 Brasses, zu 5 Fufs, wonach auch die Tiefen auf der Karte Tab. 68. bestimmt sind.

§. 133. *Der Hafen von Salerno* T. 68. welcher an dem Golf gleiches Namens liegt, wird von einem Meerdamm gebildet, der ihn gegen die südost- und östlichen Winde schützt. Auch ist er von der Erdspitze *della Licosa* gegen Stürme aus südosten gedeckt und deswegen nach dieser Seite offen. Er hat nur eine Tiefe von 5 bis 10 Schuh und ist gegen die Westwinde nicht ganz gesichert, wiewohl die Küste ihn dagen einigermafsen schützt.

§. 134. Der Hafen von *Messina* T. 68. ist mehr eine Anlage der Natur als Kunst: denn diese hat um des Hafens Eingang zu schmälern, nur einen Steindamm aufgeführt, worauf das Schlofs *St. Salvador* liegt. So ist die Natur immer wohlthätig für uns Menschen; indem hier der Seemann in der Meerenge von Messina eine Menge Klippen und Wirbel antrifft, findet er auch wieder einen sichern Zufluchtsort in diesem grofsen und schönen Hafen, und zu seiner Sicherheit hat man den Leuchtthurm (*Faro*) erbauen lassen.

§. 134. Der Hafen von *Brindisi*, am adriatischen Meer (T. 68.) besteht aus einer Bay und zwey Innern-Häfen, die mit dieser Bay, mittelst zweyer massiven Hafendämmen, also mit einer Hafenstrafse, zusammenhangen. Vor der Bay oder der eigentlichen Rhede, worauf auch grofse Schiffe stationiren, liegt die mit dem Fort (Fortino) beschützte Felsen-Insel. Da ihre Felsen den Schiffen beym Einlaufen in den kleinen Pafs gefährlich sind, so ist der grofse Pafs die eigentliche Wasserstrafse.

§. 136. *Civita-Vecchia* T. 63. ist unter den Häfen des adriatischen Meeres derjenige, den die Kunst nach einem wirklich musterhaften Plane angelegt hat. Der Vorhafen wird von zwey Steindämmen *a b* und *c d* gebildet, und diese lassen zwischen sich eine Oeffnung von 415 Schuh, die mit zwey geschlossenen Batterien *b* und *d* vertheidigt wird. Weil aber die Südostwinde in den Hafen hineinstehen und den Schiffen bey der weiten Oeffnung keine Sicherheit gestatten würden, so ist davor der Meerdamm *e f* mit einem festen Thurm *g* aufgeführt. Auf seinem Ende brennen die Leuchtfeuer, und er dient zugleich zu einer grofsen Batterie. Mit dieser Distribution sind nun zwey wesentliche Vortheile erreicht worden: nämlich Ruhe und Sicherheit

im Hafen, und zwey Eingänge, wovon der eine *d f* bey südost- und der andere *b e* bey Nordwest-Winden vortheilhaft ist. Jene Einfahrt hat 15, diese aber 25 Fuſs Tiefe. Da der Küstenstrom von südost ankömmt, so wird das Einlaufen der Schiffe in den südöstlichen Paſs sehr erleichtert, und es war daher zweckmäſsig, ihm die gröſste Weite, die für die Schiffe 150 Fuſs bleibt, zu geben, wo die nordwestliche Einfahrt nur 120 Fuſs weit ist.

In dem Innern-Hafen *a* ist eine Tiefe von 12 bis 15 Fuſs, und an demjenigen Meerdamm, auf dessen Ende das feste Schloſs *c* steht, trifft man 18 Fuſs Wasser an. Uebrigens kann die Ausdehnung dieses Hafens nicht für klein ausgegeben werden, sondern er ist, mit dem Innern Theil, eben so groſs als der Vorhafen von *Havre*. Es können darin also 146 Kauffardeyschiffe vor Anker liegen, und das ist schon eine beträchtliche Anzahl. Dieser Hafen wird sonach immer den Päbsten, die ihn anlegten und unterhielten, einen bleibenden Ruhm zusichern, wenn sie sonst ihre Regierung dem Wohl der Menschheit widmeten!

§. 137. Den Hafen von *Ancona* T. 68. haben die Päbste ziemlich gut unterhalten. Er wird von dem Meerdamm *a b* und dem Felsen *c* gebildet. Der Triumphbogen des Trajans steht bey *b*. Ob derselbe bey den letzten Belagerungen gelitten hat, ist mir unbekannt. Das Leuchtfeuer brennt auf der auf einem Berge stehenden Kirche von *Cyriac*. Man kann vor *Ancona* bey 20 bis 25 Fuſs Wasser Anker werfen, und der Grund besteht aus einem festen Schlamm. Indessen ist der Hafen voller Steine, die die Engländer ehemals hineingeworfen haben. Der Schiffer muſs sich also hüten, daſs die Kabeltaue nicht an dieselben beschädigt werden.

Bey dem Meerdamm ist der Werftplatz, in dessen Nähe auch die Fischerfahrzeuge, *Tartanen* genannt, liegen; aber dieser Bezirk kann nur zwey Schiffe fassen. Der Kay längs *Ancona* ist übrigens zum Verkehr gut situirt und hat eine groſse Ausdehnung!

§. 138. Beschreibung derer an dem adriatischen Meere in die Lagungen und nach Venedig führenden Wasserstrassen oder Häfen; mit Verbesserungsvorschlägen begleitet, so wie von dem Hafenbezirk in Venedig selbst. Tab. H. und Tab. 90.

Da ich im I. Bande S. 548 bis 556 den venetianischen Seeuferbau beschrieben habe; so werde ich die Darstellung der dortigen Häfen kürzer fassen können, und ich verweise daher die Leser auf die citirte Materie, die nachzulesen seyn dürfte, ehe diese hier verfolgt wird.

Venedig dessen Handel vor drey Jahrhunderten blühte, dessen Marine zu Lepanto über *Solimanns* II. Armada siegte; von dessen Macht im Kriege mit den Türken, die in seinem Pallaste aufbewahrten Gemählde zeugen; nach welchem von andern Völkern strömme Goldes durch Industrie und Handel flossen — ist gegenwärtig der Gefahr blosgestellt, seine Häfen und Wasserstrassen, also die Quellen seines Reichthums zu verlieren. Was zu seiner Vertheidigung dient, gereicht ihm zum

Nachtheil im Frieden, d. i. die Seichtigkeit seiner Wasserstrassen, und die Angriffe der Meereswogen auf die das Meer von den Lagunen trennende Inselreihe, Lidi genannt, von dessen Erhaltung die Existenz Venedigs selbst abhängt.

Im Jahre 1803, als ich das Departement des Wasser- Brücken- und Strassenbaues in der Oestreichischen Monarchie dirigirte, wurde ich vom *Kaiser* beauftragt, über die Häfen Venedigs, an Ort und Stelle Verbesserungsvorschläge zu entwerfen, die mit den im I. Bande vorgetragenen im Zusammenhange stehen. Durch genaue Localuntersuchungen überzeugte ich mich: dafs von den Aushebungen des Schlammes mit Maschinen, aus den Fahrstrafsen von Venedig, nur eine precaire Hülfe zu erwarten sey, und dafs ganz andere Mittel zur Verbesserung der Häfen angewendet werden müssen, wenn diese stolze Inselstadt ihre Häfen und Canäle nicht verlieren, und der ödeste und ungesundeste Ort der Welt werden soll! *Aquileja* ist ihm vorausgegangen. Wo sind dessen Häfen, Canäle, Gebäude, dessen Mauern, Tempel und Statuen? Noch gegenwärtig ist die Lage des Dorfes gleiches Namens, — traurige Reste einer so weltberühmten Stadt, die ich im Jahre 1803 mit Wehmuth sah — ungesund, wiewohl grofse Bezirke in seiner Nähe ausgetrocknet sind. Die zur Zeit der Römer bekannten Häfen oder Canäle *Anfora* und *Natissa* haben ihre Erweiterung und Vertiefung nur der von der grofsen Kaiserin *Maria-Theresia* gemachten Austrocknung zu verdanken, denn ohne solche würden auch sie noch gegenwärtig verschlämmt seyn, wie sie es vor der Austrocknung waren. Die Natur geht ihren Gang, und die Menschen müssen durch Beobachtungen ihre Gesetze studiren, und sie zum Bessern anwenden.

§. 139. Die bey dem Ausflufs der Brenta ins Meer angehenden Inseln (*Lidi*) Tab. H. sind von drey Mündungen getrennt, nämlich: a) von der Mündung bey *Chioggia* b) von der Seemündung ohnweit *Malamocco* zwischen den Forts *St. Pietro* und *Alberoni*, und c) von der dritten Seemündung zwischen den Forts *St. Nicolo* und *Erasmo*. Diese letzte Mündung hat zwey Ströme, der eine zwischen den Forts St. Andrea und St. Nicolo, und der andere zwischen dem neuen Lazareth (Lazaretto-nuovo) und der kleinen Insel, la Vignole. Beyde Ströme sind in ihren Mündungen nur für Barken tief genug. Der von Istrien kommende Küstenstrom, dessen Geschwindigkeit etwa $\frac{1}{2}$ Fufs in der Secunde beträgt, und die von dorther kommenden Wogen erhöhten diese Mündungen nach und nach mit Stoffen, so dafs sie ihre Fahrbarkeit verloren haben. Der zweyte Eingang vom adriatischen Meer in die Lagunen ist, wie gesagt, zwischen den Forts St. Pietro und Alberoni. Man hat ihn mit einer Menge von Höftern eingeschränkt, um keine zu grofse Wassermasse in die Lagunen eintreten zu lassen, aber auch zugleich mit dem längsten Höfte E. F. Tab. H, vor welchem eine Tiefe von 120 Schuh statt findet, eine sehr unregelmäfsige Strömung hervorgebracht. Die Wasserstrafse von dieser Mündung bis unter *Malamocco* nennen die Venetianer *den Hafen von Malamocco*. Sie ist kaum bis zum Orte glei-

ches Namens, bis *Venedig* gar nicht, für unausgerüstete Kriegsschiffe, die 17 Fuſs Tiefe erfordern, hinreichend tief. Sie müssen daher auf dem Schlammgrund während der Fluthzeit geschleppt werden. Zwey bis drey Wochen sind nothwendig, um diese Schiffe von dem Arsenal in *Venedig* bis *Malamocco* zu schleppen, wo man sie an eingerammten Pfählen anbindet, die aber bey weiten nicht so bequem und gut eingerichtet sind, als die Anbindepfähle in den holländischen Häfen, und besonders die in dem Nieuwen-Diep. Einige Stellen der Wasserstraſse von *Malamocco* sind bereits so hoch, daſs man sie mit den leeren Kriegsschiffen nur bey Neu- oder Vollmondsfluthen, d. i. bey der Hafen- oder Küstenzeit passiren kann. Unausgerüstete Linienschiffe können dieselben nur vom 20ten April bis 21ten November passiren. Diese Wasserstraſse von Malamocco ist zwischen den Jahren 1720 bis 1730 ausgegraben und 15 Fuſs 10 Zoll ausgebaggert worden, aber 1803 war sie gröſstentheils nur 14 Fuſs tief, selbst bey der Fluth. Täglich werden darin mehrere Baggermaschinen Tab. 100. Fig. 34. gebraucht. Bey diesen Maschinen, die in diesem Bande beschrieben werden, muſste die Einrichtung getroffen werden, daſs sie während allen Stürmen auf ihren Ankern liegen bleiben und gebraucht werden können. Sie sind daher auf einem 40 Schuh langen und 23 Schuh breiten Prahmen gestellt worden. Mit dieser Maschine werden stündlich $4\frac{13}{100}$ Cubikklafter Schlamm auf eine Tiefe von 12 bis 15 Schuh aufgebaggert. Drey dieser Maschinen sind bis jetzt nicht hinreichend gewesen, die Versandung der Hauptwasserstraſsen zu verhindern, d. i. den in den Jahren 1720 bis 1730 ausgehobenen Canal von Malamocco in seiner ursprünglichen Tiefe zu erhalten. Nach den öffentlichen Blättern wird jetzt nicht nur der Canal von Malamocco, sondern auch die andern Wasserstraſsen in den Lagunen mit Maschinen vertieft.

In der That muſs man sich wundern, daſs die Venetianer zum Flotthalten ihrer Kriegsschiffe sich nicht der Kameele bedienen, mit welchen die Holländer ihre Schiffe aus dem Südersee über den Pampus nach Amsterdam führen. Insofern nun die Wasserstraſsen von dem Meere nach Venedig und die Canäle dieser Inselstadt, so wie die Lagunen sich von Jahr zu Jahr erhöhten, so sind die Mittel gegen die Anschlämmung äuſserst wichtig. Ja es ist unbegreiflich, daſs Venedig dieselben nicht zum Gegenstande seiner gröſsten Sorgfalt gemacht hat; daſs die Gleichgültigkeit der Menschen um ihre eigene Existenz so groſs ist! Doch ein aufmerksamer Beobachter findet dieses fast bey allen Gouvernements, auſser bey denen, an deren Spitze kraftvolle Männer stehen. Wie wäre es sonst möglich, daſs man die Flüsse, Häfen und Canäle gröſstentheils sich selbst überläſst, die gründlichen Vebesserungs-Vorschläge nicht in Ausübung bringt, und lieber Millionen durch Ueberschwemmungen und Abbruch, so wie durch Seestürme verliert, als mittelmäſsige Summen zur Abwendung eines zehnfach, ja wohl hundertfachen Schadens bewilligt? Doch ich wende mich wieder zu dem speziellen Falle, welcher hier den Gegenstand unserer Untersuchung ausmacht.

Wiewohl eine aus vielen Patriziern zusammengesetzte Commission im XVI. Jahrhundert sich über die Verbesserung der Lagunen berathschlagte, so geschah dennoch wenig; ja, man steuerte nicht den Fischern und den Besitzern einiger Inseln, die Beförderung der Anschwemmungen durch Pfahlwerke, in den der Republik zugehörigen *Lagunen*. Diese Arbeiten bewirkten den Vortheil der Reichen, die man deswegen auch in *Venedig*, wie fast überall, vergeblich angriff. Das Gemeinwesen, dessen Rechte mit Nachdruck vertreten werden sollten, mufste endlich dem Egoismus und vor dem Theile des Privatmannes weichen. Es kaufte den Privaten, die von ihnen in den *Lagunen* sich ganz willkührlich zu Nutze gemachten Besitzungen ab, so dafs also gegenwärtig die sämmtlichen *Lagunen* ein Eigenthum des Aerars sind. Von den alten Pfahlwerken liefs man blofs diejenigun, welche die Wasserfahrten bezeichneten, und es wurden einige verständige Verordnungen über das Reinhalten der Canäle in *Venedig* u. s. w. gemacht.

Von den ältern Vorschlägen, zur Beschützung der Lagunen, verdienen folgende angeführt zu werden, wenn sie gleich, nach meiner Ueberzeugung, nicht ausführbar sind. Im Jahr 1560 schlug der Mathematiker *Canaro* vor, längs dem Meere einen Deich auf den Inseln *Lidi* anzulegen und einen einzigen Canal *durch die Lagunen* zu graben, denselben in zwey Dämme einschliefsen und den übrigen Theil der Lagunen verlanden zu lassen. Nach *Frascataro* sollten alle Flüsse und Bäche in ein einziges Bett vereinigt werden, und nur die Hauptöffnungen und ein grofses Wasserbecken sollten bleiben. Wenn man aber in Erwägung zieht, dafs die vielen Canäle, womit *Venedig* durchschnitten ist, und die es zu einer Inselstadt machen, sich verlanden würden, sobald darin nicht eine Bewegung des Fluth- und Ebbestroms erhalten würde, dafs *Venedig*, dieser Strömung beraubt, zu dem ungesundesten Orte der Welt werden müfste, und in wenigen Jahren nicht mehr bewohnbar wäre, so kann man solchen Vorschlägen kein Gehör geben. Die Verbesserung der Häfen und Wasserstrafsen bey *Venedig* müssen vielmehr zweyen wesentlichen Bedingungen vollkommen entsprechen. 1) Es mufs nämlich aus den Seemündungen eine solche Wassermasse in die Lagunen einströmen, die während den Fluthperioden *Venedig* selbst nicht unter Wasser setzt, dennoch so grofs sey, dafs ihre Rückkehr ins Meer, während den Ebben, eine solche Strömung hervorbringe, welche die Stoffen aus den Kanälen fortschwemmen, mithin die Anschlämmung der letztern verhindern könne. Wer mit seinem Entwurfe diesen Bedingungen entsprechen will, der wird auf folgendes Rücksicht zu nehmen haben. 1) Da der Nordostwind (*Greco*), als der herrschende Sturmwind die Materialien von Istrien, längs den *Lidi* bringt, so müssen demselben Werke entgegengesetzt werden, welche diesen Materialien den Eingang in die Seemündungen der Lagunen und in die Häfen von *Venedig* versperren. Es sind daher an denselben, *Höfter* (ins Meer gehende Werke) anzulegen, die diesem Endzweck entsprechen. Dieselben leiden von diesem Winde nicht sehr viel, weil die von ihm getriebenen Wo-

gen längs den *Lidi* über den Strand hinstreichen. Aus dieser Ursache schadet dieser Wind auch den auf den *Lidi* liegenden Dämmen nicht bedeutend: denn dessen Wogen fallen nur auf einigen Deichsstellen und zwar bloſs unter einem spitzen-Winkel. 2) Die Ost- und Südwinde hingegen sind diesen Dämmen und besonders *Venedig* gefährlich, weil die erstern die Wellen senkrecht auf die *Lidi* stoſsen, beyde Winde in die Seemündungen von *Malamocco* einstehen, und die Wogen auf *Venedig* antreiben.

Es ist daher nothwendig, den *hohen* Fluthwogen den direkten Eingang in diese Hauptmündung von *Malamocco* und in die Lagunen zu verhindern. Um diesen Endzweck zu erreichen, schlage ich vor: Einen auf der Karte Tab. H. mit einer punktirten und roth illuminirten Linie angezeigten Damm E. C. D. quer über die Kanäle von *Spignon Campana* und *Poveglio* anzulegen; d. i., ihn nach dem, dem Fort *Alberoni* gegenüberliegenden Thurm oder *Bastion*, von diesem nach einem andern Bastion, von da nach dem Bastion *Poveglia* zu führen und demselben die Richtung von C nach D zu geben, mittelst welcher der von Venedig rückkehrende Ebbestrom aus einem weiten Profil in ein enges tritt. Hierdurch wird demnach in dem Kanal von *Malamocco* eine gröſsere Geschwindigkeit des Ebbestroms hervorgebracht, und es werden also aus dem Kanale *St. Spirito* und dem Hafen von *Malamocco* die Stoffe besser, als gegenwärtig, ausgeführt werden. Der Beweis dieses Satzes ist dieser: weil die Geschwindigkeiten sich wie die Profile im umgekehrten Verhältnisse verhalten, so daſs, wenn man diese schmälert, jene zunehmen; erweitert man das Bett, so wird die Geschwindigkeit abnehmen. Damit aber die Lagunen des Seewassers nicht beraubt werden, d. i.: um ihre Verlandung zu hindern, und nur der Ebbestrom gezwungen wird, in dem von diesem *Leitdamme* E C D begränzten Profile zuströmen, so ist derselbe nur einen Schuh über die ordinäre Ebbe in den Lagunen zu erheben. Es wird ihn also die gewöhnliche Fluth in der Nähe der Seemündung zwey Schuh und in den Lagunen einen Schuh übersteigen. Diese Fluth wird daher die Kanäle in den Lagunen noch mit Wasser anfüllen. Ich würde diesen Damm aus Sinkstücken, deren Konstruktion I. B. S. 308. gelehrt ist, und die mit dem glücklichsten Erfolge bey dem Seehafen *Nieuwen-Diep* in Holland, welcher nach einer ähnlichen Maxime behandelt ward, in Anwendung gebracht wurde, bis zwey Schuh unter der täglichen Ebbe in den Lagunen, erbauen, und dann mit Ziegel- oder Steingraus, oben aber mit groſsen Steinen, bis einen Schuh über die Ebbe, beschweren. Das Buschwerk zu den Sinkstücken können die Euganäischen Hügel, den Steinschutt so wie die Steine aber die Brüche von *Monselice* und die Ruinen der Schlösser von *Treviso*, *Este* und *Monselice*, hergeben. Die Krone dieses Dammes, worin *Duc-Dalben* nach derjenigen Art, die ich in dieser Wasserbaukunst beschrieben habe, einzurammen wären, sollte convex seyn, und eine Breite von 24 Schuh, da, wo die Ebbe sie berührt, erhalten, und mit groſsen Steinblöcken gut gepflastert werden. Die äuſsere Böschung dieses Leitdammes müſste vier, und die innere drey auf den Schuh Höhe, betragen, und mit einem vier

Schuh dicken Steinwurf, der in der Oberfläche aus den gröſsten Steinblöcken bestehen müſste, die so viel als möglich regelmäſsig, wenigstens von der Ebbe-Linie an, wie ein Steinpflaster aufzusetzen wären, versehen werden. Wenn man sich diesen Wehr- oder Leitdamm E C D angelegt denkt, so wird die Ueberzeugung entstehen; daſs indem über denselben, (vermöge seiner Höhe) die aus den Lagunen strömenden Ebben, nicht fallen, der Ebbestrom drey Hauptrichtungen erhalten wird, nämlich *a*) durch die Mündung von *St. Nicolo und Erasmo ; b*) längs dem vorgeschlagenen Leitdamme E C D durch den Canal von *Malamocco*, und endlich *c*) durch die Mündung bey *Chioggia*. Da nun der Canal oder die Mündung von *Malamocco* die tiefste Stromrinne von allen diesen dreyen Seemündungen ist, so muſs derselbe auch die stärkste Strommasse an sich ziehen, und in demselben muſs die gröſste Geschwindigkeit statt finden: folglich wird dieser für *Venedigs* Schiffahrt wichtige Canal vertieft werden, wenigstens nicht mehr an Seichtigkeit zunehmen, und indem die Nordwinde die Strömung der Ebbe durch ihn vermehren, so wird höchst wahrscheinlich dessen Vertiefung befördert werden, zumal wenn man zugleich den Schlamm mit Maschinen aushebt und locker macht. Da ferner auf diese Weise der um einem Schuh gefallene Ebbestrom zwischen diesem projektirten Leitdamm E C D, der Insel von *Murano* und *Venedig* ein beschränktes oder engeres Profil erhält, so wird die Bewegung der Ebben, in den Canälen vor *Venedig*, zunehmen, folglich ihre Anschlämmung verhindert.

Ich habe Anfangs die Bedingung aufgestellt: die hohen Fluthwogen des Meeres von den Lagunen und Venedig abzuhalten, und daher hier noch den nähern Beweis zuführen, daſs dieses mit dem vorgeschlageeen Leitdamme bewirkt wird. Wenn nämlich gegenwärtig die hohe See frey in die Lagunen, eintritt, folglich das Wasserbecken derselben bis auf den Grund der Lagunen in Bewegung setzt, und die Wogen gegen *Venedig* antreibt, also auch diese Wogen, je nachdem sie von den Seeströmen aufgetrieben werden, hoch laufen, so kann diese wogende Bewegung, der Oberfläche des Wasserbeckens der Lagunen, nicht mehr von der Stärke seyn, sobald die eintretenden Wellen von dem Leitdamme durchschnitten werden; ja, ihre Wurzel findet, nach der Anlage dieses groſsen Leitdammes E C D, tiefer nicht als einen Schuh über den ordinären Ebben statt, weil dieser Damm so hoch gelegt werden soll. Also nur die darüber stürzende Wellenmasse kann die Wasserfläche in den Lagunen zur Wellen-Bewegung bringen. Ohne diesen Damm tritt aber die gröſsere Wellenmasse frey in die Lagunen ein, und wirft sich selbst auf *Venedig*. Damit nun der gewöhnlich 3′ steigende Fluthstrom des Meeres, regelmäſsig in die Seemündung zwischen den Forts *St. Pietro* und *Alberoni* einströme, und die Ausströmung der Ebbe, folglich deren Geschwindigkeit in den Canälen von *Malamocco* und also auch in den Canälen von *Venedig*, zunimmt; so würde ich das innere und längste Höft E F H Tab H. in der Mündung von *Malamocco*, bis nicht weit von seiner Wurzel abbrechen. Hierdurch erleichterte man zugleich das Einlaufen der Schiffe in den Canal von *Malamocco*,

bey denjenigen Winden, die aus Nord bis Süd-Ost blasen, und das Auslaufen der Schiffe bey allen Windstrichen. Dieses Höft E F, so wie die drey übrigen an dieser Mündung vor dem Fort *St. Pietro* liegenden Höfter, bestehen aus einem Pfahlbaue von drey Reihen Pfählen, die mit Gurtungen zusammengehalten werden. Diese bilden ein Kistwerk, welches mit Steinen ausgefüllt ist. Nach einer ähnlichen Construction ist das dem Fort *Chioggia* gegenüber liegende Höft und die Höfter vor dem Fort *Alberoni* erbaut.

Der Canal *della Grazia* müfste aus gleichen Ursachen, bey seinem Austritt aus dem Canal *Orfano*, mit einem Faschinenbau zugebaut werden, wo alsdann der Ebbestrom und die Vorfluthen, in den letztern Canal gehalten würden, um denselben durch einen stärkern Strom zu vertiefen. Die Ausführung dieses Vorschlages hängt jedoch von dem Umstande ab, ob man die Schiffahrt mit kleinen Barken auf den Canal *della Grazia* entbehren und dem grofsen Zwecke aufopfern will. Zur Vermehrung der Geschwindigkeit des Stromes in dem Canal *Orfano* müfste man auch die davorliegende Insel, wie es auf der Karte Nro. I. Tab. H. roth illuminirt ist, bey X. durchgraben, und von *St. Servolo*, nach dem Ueberreste derselben, einen Damm bis drey Schuh über die Ebbe anlegen, damit die ordinären Fluthen in dem neuen Canal X. und dem Canal von *Orfano* gehalten würden. Ich würde diesen Damm oberhalb des nach dem *Lazeretto-Vecchio* führenden Canals legen, wenn dieser Canal entbehrlich wäre. Damit nun die in den Seemündungen des Forts *St. Nicolo* und *Erasmo* einströmenden und ausfliefsenden ordinären Fluthen und Ebben, in die Fahrwasser von *St. Andrea* und dem neuen Lazarethe gehalten werden, um solche zu vertiefen, und damit die Sturmfluthen nicht mit ihren Grundwogen auf *Venedig* oder in den Canal von *Marano* fallen, so müfste das Fort *St. Andrea* und die zwey kleinen Forts mit der Insel *la Vignole*, mittels eines bis zu einem Schuh unter der ordinairen Fluth reichenden Dammes Y Z Tab. H, verbunden werden.

Auf diese Weise würde *Venedig* gegen die hohen Aequinoctial-Sturmfluthen, welche gegenwärtig sowohl durch die Mündung von *St Erasmo* als von *Malamocco*, darauf anfallen, die 10 Fufs hoch steigen, und einen Theil dieser Inselstadt, selbst den Markusplatz überschwemmen, beschützt; die Strömungen der Fluth und der Ebbe wären regelmäfsiger gemacht und die Geschwindigkeit der Ebbe vermehrt, folglich das Vermögen der Ebbeströme, womit die Stoffen fortgeführt werden, in den Canälen vor *Venedig*, in dessen Häfen und Fahrwässern, verstärkt. Eine Wirkung, die zugleich wesentlich zur Gesundheit der Venetianer beytragen mufs, weil eine schnellere Bewegung des Wassers in den Canälen, auch die schädlichen Ausdünstungen vermindert. Endlich würden *Venedig* und dessen Canäle, durch die Ausführung dieser Vorschläge, gegen den Anfall der hohen Sturmfluthen, die sie jetzt so oft heimsuchen, geschützt.

Bayerische Staatsbibliothek München

§. 140. Jetzt komme ich zu der i. J. 1600 vollendeten Anlage, welche den Bezirk des Kriegshafens in Venedig ausmacht. Dieselbe besteht (T. 68.) aus den drey Innern-Häfen b, c, und d e. Dieser letztere Hafen ist der älteste, sein oberer Theil *e*, der von dem untern *d* mittelst einer Mauer getrennt ist, heiſst das *Alte-Arsenal*; der untere aber der *Canal der Galeassen*. Der Hafen c heiſst das *Neue-Arsenal*, und der in *b* wird das *groſse Neue-Arsenal* genannt. Ich will den ersten den *Alten-*, den zweyten den *Neuen-* und den dritten den *Groſsen-Hafen* nennen. Der gesammte Hafenbezirk, welcher das Arsenal und die Werfte u. s. w. einschlieſst, ist mit einer hohen Mauer (in der Karte mit schwarzen Linien angedeutet) umgeben, und landwärts führt nur ein Eingang zu demselben. Vorne, zur linken Seite des Alten-Hafens, liegen fünfzehn bedachte Kielplätze, worauf die Galeassen oder kleinen Fahrzeuge gezimmert und ausgebessert werden. Am groſsen Hafen liegen solcher Kielbänke 46, wovon 25 zum Bau und zur Ausbesserung für Kriegsschiffe dienen. An dem Neuen-Hafen trifft man die bedachten schrägen Flächen zum zimmern der Masten, so wie die bedachten Magazine zum Schiffsbauholz; ferner die Magazine der Artillerie und der Takellage. Die Bedachungen aller dieser Magazine und Werkstätte haben wenig Schräge und nur Oeffnungen, nach dem Meere zu, so daſs es in den Werkstätten so dunkel ist, daſs bey Tage darin nicht anders als mit Hülfe der Lampen gearbeitet werden kann. Warum beleuchtet man diese Plätze nicht mit Oberlicht, das in dieser Bedachung angebracht werden müſste? Auſser diesen Häfen hat nun Venedig noch eine Menge Häfen, oder Ankerplätze, worauf die Kauffardeyschiffe anlegen; vorzüglich dienen dazu 1) der *Groſse Canal*, welcher Venedig in zwey Haupt-Inselbezirke theilt, und worüber bey *a* die berühmte Brücke von *Rialto* liegt; 2) der *Canal della Giudeca*, 3) *St. Georg*, 4) der *Canal* (h) *des Schlosses*; 5) der *Canal secca misericordia* (?) und mehrere Canäle. Bey I. I. liegen auch Werfte, worauf man Kauffardeyschiffe bauet.

Des Verfassers Vorschlag zur Anlage eines Seehafens vor Triest. Tab. 90.

§. 141. *Triest*, ehemals von der gröſsten Wichtigkeit für die östreichische Monarchie — gegenwärtig für *Frankreich*, *Baiern* und *Italien* — hat weder einen sichern Hafen, noch bequeme Schiffswerfte; kein Wunder daher, daſs die Kaufleute und Seefahrer bey dem groſsen Verkehr, der im Jahr 1802 diese Seestadt belebte, und nach den öftern Stürmen, welche die auf der Rhede und vor dem Kay gelegenen Schiffe entweder in die hohe See getrieben, oder gänzlich zerstört hatten, die Anlage eines allen Erfordernissen entsprechenden Seehafens wünschten. Seine Majestät der Kaiser von Oesterreich ertheilte mir daher im August 1803 den Auftrag, nach *Triest* zu gehen, und den Vorschlag zu einem Seehafen zu entwerfen. Nachdem ich, zu Folge meiner Mission, *Tyrol* und das *venetianische* bereiſst hatte, suchte ich diesem ehrenvollen Auftrage im October 1803 zu entsprechen, und dem östrei-

chischen Staate die Früchte meiner bey den Untersuchungen von *Frankreichs* und *Hollands* Häfen gemachten Beobachtungen zuzuwenden. Die Börse - Deputation in *Triest*, von einsichtsvollen und thätigen Kaufleuten gebildet, an deren Spitze der äusserst einsichtsvolle Kaufmann *Griotti* stand, hatte noch bey meiner Anwesenheit den Plan zu einem Anlehen von anderthalb Millionen Gulden für diesen Hafenbau gemacht. Die Staatskasse sollte dazu nichts zahlen, sondern man wollte auf jede Tonne 30 kr. Hafengeld legen, und hiermit das Kapital und die Interessen binnen 12 Jahren tilgen, eine Berechnung, welche sich auf die Zollregister gründete.

Meinen Plan, den ich zu diesen Hafen entworfen hatte, theilte ich vor meiner Abreise nach den Seehäfen von *Fiume* und *Istrien*, zu denen ich gleichfalls Verbesserungs-Entwürfe machte, der Börse-Deputation, und einer aus mehrern Seefahrern, Lootsen und Hafenmeistern zusammengesetzten Commission mit, damit sie mir nach meiner Rückkunft nach *Triest* ihre Meynung über denselben vorlegen möchten. Diese empfieng ich schriftlich, und sie wird ohne Zweifel noch in dem Archiv der Börse-Deputation oder des Guberniums in *Triest* aufbewahrt seyn. Alle, die Seefahrer sowohl, als die Kaufleute, kamen darin überein, dafs ich bey diesem Plane, den wir bald näher kennen lernen wollen, für die Sicherheit der Schiffe, für ihr bequemes Ein- und Auslaufen, für die Werkstätte des Schiffbaues; für die Abwendung einer Erhöhung des Hafen - Grundes, längs dem Kay und vor dem *Molo St. Carlo*, und dafs ich endlich für die bequeme Stationirung der Schiffe, welche aus- oder eingeladen werden sollten, gesorgt hätte. Die *Börse-Deputation* übersandte an *seine Majestät dem Kaiser* eine eigene Danksagungs - Addresse für meine Absendung, worin sie die Gründe darlegte, welche für die Ausführung dieser meiner Vorschläge, in commerzieller Hinsicht, sprechen. Wenn man die geographische Lage von *Triest*, *Baiern*, *Sachsen* und *Böhmen*, *Preufsen*, *Westphalen*, *Holland* und von den Rheingegenden übersieht, auch den Umstand erwägt, dafs das französische Gouvernement den Transito-Handel durch *Baiern* eher befördern, als erschweren wird; so unterliegt es keinem Zweifel: dafs in der Zukunft der Transito nicht mehr durch *Oesterreich* über *Wien* nach *Böhmen*, *Sachsen* und *Preufsen*, sondern durch *Tyrol* und *Baiern* gehen wird. Der Zustand der Häfen von *Triest* und *Venedig*, und ihres Handelsverkehrs haben daher einen lebhaften Einflufs auf die Wohlfahrt desjenigen Staats, dem ich gegenwärtig diene, und ich wünsche demnach, dafs von *Tolmezzo* aus eine Chaussee über den Kreuzberg nach Innichen ins Pusterthale, angelegt, und nach meinem Vorschlage die Verbindung der *Donau* mit dem *Main*, mittelst eines Canals, geschehen möge. Alsdann wird man von *Triest* über *Udine*, *Innsbruck*, nach *Augsburg*, *München* und *Regensburg* eine directe Handelsstrafse haben, und von den vier letzten Städten alle Waaren nach dem Rheine zu Wasser spediren können. Von Augsburg und München werden sie bis zur *Donau* auf Flössen, deren jährlich viele Tausende leer gehen, und rückwärts von diesem Flufse nach *Augsburg* und *München*

zu Lande verfahren werden. Von der *Donau* ab hätte man aber, mittelst dieses Canals des *Rheins* und der französischen und holländischen Canäle, eine Wasser-Communication mit *Paris*, *Amsterdam*, *Antwerpen*, kurz mit der ganzen übrigen handelnden Welt.

Triest hat gegenwärtig keinen Hafen, sondern nur eine Rhede, worin zwey Meerdämme, nämlich der *Molo-Grande* oder *Molo-Theresia*, und der *Molo St. Carlo* hineingehen. Der erstere Damm dient zum Anlege-Höft, und beyde Dämme sollen den Bezirk von dem *Canale-Grande*, wo die Schiffe an *Ducs d'Alben* angelegt werden, und diesen Canal selbst, gegen die aus Westen kommenden Seestürme schützen. Wird aber erwogen, dafs der *Molo St. Carlo* zu kurz ist, um diesem Zweck zu entsprechen, dafs die vor *Triest* und selbst in dem in die Stadt hineingehenden grofsen Canal liegenden Schiffe, allen aus dem adriatischen Meere auflaufenden Wogen ausgesetzt sind: so wird man sich sehr bald überzeugen, dafs hier ganz andere Anlagen zur Beschützung der vor *Triest* und im grofsen Canal stationirten Schiffe nothwendig werden. Hiezu kömmt noch, dafs der vor *Triest* vorbeyfliefsende Bergstrom (*il torrente*), und der von *Istrien* kommende Küstenstrom, vor den Kay's von *Triest*, Anschlämmungen erzeugt haben, folglich die Schiffe von Zeit zu Zeit weiter vom Kay stationiren müssen; eine Anschlammung, die vom *Molo-Theresia* noch befördert wurde, weil derselbe die freye Circulation von Fluth und Ebbe hemmte, mithin dem *Torrente* ein Uebergewicht über den Fluth- und Ebbestrom giebt, wodurch dieser ihre Geschwindigkeit, mithin ihr Vermögen, womit sie die von *Istrien* mittelst des Küstenstromes kommenden Stoffen fortbringen könnten, schwächte. Aus diesen Anschlammungen ist natürlich ein lockerer schlechter Ankergrund, vor dem Kay von *Triest*, entstanden. Als ich, wie gesagt, die Rhede und den Hafen von *Triest* untersuchte, so legte ich den erfahrensten Seefahrern in *Triest* diejenigen Fragen vor, welche mir über die Localität Aufschlüsse geben konnten. Sie betrafen die Angabe, über die Wirkungen der Winde: bey welchen Winden die höchsten Brandungen und Sturmfluthen in der Regel entstanden sind; welche Winde den Schiffen beym Ein- und Auslaufen nachtheilig werden; wie hoch die stürmische See gegen die Kays anläuft; wie grofs der Unterschied von der ordinären Ebbe bis zur ordinären Fluth sey; wie tief die vor *Triest* ankommenden Schiffe gehen und wie viel Flächenraum sie auf der Rhede einnehmen; wie grofs die Zahl derer sey, die zugleich auf dieser Rhede stationiren, und endlich aus welchen Bestandtheilen der Meeresgrund vor *Triest* besteht, und ob derselbe ein tiefes Eingreifen der Anker gestattet? Nach den mir schriftlich mitgetheilten Beantwortungen aller dieser Fragen, die eigentlich jeden Entwurf zu einem Seehafen begründen, sind, der Seefahrer und der Hafenmeister Angabe nach, vorzüglich die zwischen Nord und West wehenden Winde, denen auf der Rhede und dem Kay vor *Triest* stationirten Schiffen sehr nachtheilig; keinesweges aber der Ost-Nord-Ostwind, den man dort den *Borra* nennt, und der von dem

steingebirge herab auf die Rhede stürzt: so lange nämlich, als die Anker und *Duc d'Alben* halten. Diese von localkundigen Seefahrern gegebene Versicherung widerlegt also das Vorurtheil derer, die, ohne Kenntnisse der Nautik und des Hafenbaues, behauptet haben: dafs sich vor *Triest*, des Borrawindes wegen, ein sicherer Hafen nicht anlegen lasse.

§. 142. Bey meinem Entwurfe zu diesem Hafen machte ich mir folgende Bedingungen: 1) Die Hafenanlagen sollen dergestalt beschaffen seyn, dafs die Schiffe bey Stürmen und Wogen, sowohl im grofsen Canal, als im Hafen, sicher stationiren. 2) Die Schiffe müssen bey allen denjenigen Windstrichen, bey welchen sie gegenwärtig von der Triester Rhede in See stechen, von dem neuen Hafen auslau-auslaufen können. Ein gleiches mufs bey dem Einlaufen statt finden. 3) Mufs der Hafen den gröfstmöglichsten Raum einnehmen, und dennoch die mindestmöglichsten Kosten verursachen. 4) Müssen die Schiffe daselbst sichere Ankerplätze finden, wo der möglichst beste Ankergrund, so wie die gröfste Tiefe statt findet, und von wo aus das Anlanden an dem Kay vor Triest, und das Schiffsverkehr am bequemsten ist. 5) Sollte die Hafenanlage zugleich einen Platz zum Ausbessern und Calfatern der Schiffe darbieten. Derselbe darf nicht weit von der Stadt entfernt seyn, damit die Arbeiter wenige Zeit beym Hin- und Herlaufen verlieren. Eben so wenig sollte er auch in der Nähe der Schiffe und der Stadt placirt werden, damit keine Veranlassung zum Brande entstehe. 6) In so fern der *Torrente* eine Menge Kiesel führt, welche zum Theil die jetzige Rhede anhöhen, so ist die Anlage des den Hafen abschliefsenden Meerdammes dergestalt zu bewerkstelligen, dafs diese nachtheilige Wirkung aufhöre. 7) Der Meerdamm kann zur Etablirung von Magazinen nicht dienen, wie einige Ingenieurs mit ihren ganz anders gelegten Hafendämmen vorgeschlagen hatten: a) weil er alsdann sehr breit angelegt werden müfste, mithin grofse Kosten verursachen würde; b) der Gebrauch dieser Magazine in einigen Jahrzeiten nicht thunlich ist, indem ihn die heftigen hier herrschenden Winde verbieten; c) die Kaufleute ihre Waaren in ihren in der Stadt befindlichen Magazinen, aber nicht auf einem den Wogen und Windstöfsen ausgesetzten, von der Stadt weit entfernten Meerdamme aufbewahren werden. 8) Da zu einem jeden guten Hafen bekanntlich ein oder zwey Leuchtfeuer erforderlich sind, so mufs auch bey dieser Anlage darauf Bedacht genommen werden. 9) Die Ebbe und Fluth mufs in und durch den Hafen ein freyes Spiel behalten, zumal da der Strom so langsam ist, dafs die Schiffe nicht einmal eine Drehung um ihre Anker machen, und die Geschwindigkeit des Fluthstroms längs dieser Küste, bey stillem Wetter, nur $\frac{35}{100}$ Schuh in der Secunde beträgt. Ohne diese Vorsicht würde der Hafen bald mit Materiale, oder den Stoffen, welche das Meer von Istrien herschwemmt, angefüllt werden.

§. 143. Alle bisher zur Etablirung eines Hafens gemachten Entwürfe, bey welchen auf diese Bedingungen gar nicht Rücksicht genommen war, würden daher ausgeführt — der Seestadt Triest das gröſste Unglück verursacht haben. Soll daher die Richtung und Lage des an den Hafen formirenden Meerdammes den ersten vier Bedingungen entsprechen, so muſs der Meerdamm A B die auf der Karte bezeichnete Form erhalten, das ist von der Mündung des Torrente bey A angehen, und bey dem Puncte B sich endigen, und drey Oefnungen, oder Aus- und Einfahrten formiren. Die Abtheilung B x des Dammes ist zweyhundert Klafter lang, die zwischen x und y zweyhundert dreizehn Klafter, und die von d nach A hundert drey und fünfzig Klafter. Die gesammte Länge des Hauptmeerdammes beträgt also fünf hundert sechs und sechszig Klafter; alles nach der Oberfläche oder der Krone des Dammes gemessen. Das Höft c erhätt eine Länge von dreyſsig Klaftern. Zu diesen Werken sind erforderlich 73424 Kubikklafter Bruchsteine, und 1130 Kubikklafter Werkstücke. Mittelst dieses Meerdammes wird der Hafen gegen alle nachtheiligen Windstriche geschützt seyn. Er bietet also drey Oefnungen dar, und gestattet einen groſsen Aus- und Eingang zwischen sich und dem Theresien-Molo von F bis B, von achthundert und vierzig Schuh, in welchen die Schiffe hinein laviren können: eine Ein- und Ausfahrt die schon von der vortretenden Spitze des Theresien-Molo, gegen hohe Wellen gedeckt wird; eine kleine Oefnung x von hundert vier und vierzig Schuh ist zum Aus- und Einbugsiren, bei durchaus stillem Wetter, und eine dritte Oefnung y von dreyhundert Fuſs zur Kommunication zwischen dem Hafen und dem beym neuen Lazareth liegenden sogenannten Bassin bestimmt. Um die Circulation des Fluth- und Ebbestromms in den Hafen, zur Abwendung der Anschlammungen, zu bewirken, werden zwey Oefnungen in dem groſsen Meerdamme (Molo-Theresia) nothwendig. Jeder Oefnung würde ich fünfzig Schuh weite geben, und sie oberhalb bis zur Fluthhöhe wölben, um die hohen Wellen vom Hafen zurückzuhalten. Aus allen drey Haupt-Oefnungen können also die Schiffe bey verschiedenen Winden ein- und auslaufen, und wenn man da, wo der Ankergrund nicht ganz sicher ist, weil derselbe insonderheit gegen das neue Lazareth, aus einem Schlammboden besteht, Duc-d'alben schlägt, so wird dieser Hafen einer der bequemsten von Europa seyn, insbesondere da er in der Nähe der Kays, das ist, in der Nähe der Stadt, etablirt wird. Zum Kalfatern und Ausbessern der Schiffe, ist der von einem Theil des Meerdammes A D, und zwey Anlegehöftern c und a gebildete Bezirke d, bestimmt. Damit dieser Platz sich nicht verschlämme, so habe ich in a ein aus steinernen Säulen bestehendes Höft vorgeschlagen, welches der Fluth und Ebbe einen freyen Durchgang läſst, die Wogen und Brandungen aber von dem Bezirk d abhält. Dieser Bezirk ist also in der Nähe der Stadt angebracht, und doch von dem Hafen entfernt. Der Damm A C schlieſst den Torrente-Fluſs von dem Hafen ab, und erhält, des Verkehrs wegen, eine Breite von 36 Schuh. Der groſse Hafen- oder Merrdamm

A B mufs drey schuh über die ordinäre Fluth *), also noch höher, als der *molo st. carlo* zu liegen kommen, und erhielte nach aussen drey schuh, nach dem Hafen 1½ schuh Böschung auf jeden Fufs Höhe. Er wird von grofsen Felsstücken, die in denen am Meeresufer liegenden steinbrüchen in hinreichendsr Menge angetroffen werden. und mit Mörtel aus Pozzolana und Kalch gemacht, aufgeführt, nämlich bis zur Ebbe mit geworfenen Felsstücken, und darüber mit Werkstücken, die vier bis sechs schuh breit, sechs bis zwölf lang, und zwey bis drey schuh hoch sind, und mittelst steinernen Dollen zusammen gefügt werden sollten. Der Meerdamm erhält also bey sechs schuh oberer Breite eine hinreichende Festigkeit. Da dieser Damm eine krumme Linie formirt, und den Torrente-Flufs vom Hafen ausschliefst, so fafst er auch einen grofsen Raum des Meeres ein. Dieser Hafen wird daher grofs genug für 536 Kauffahrer und 300 kleine Fahrzeuge. Auch sichert der Damm den Hafen vor Anhäufung von Kieseln, die der Torrente in die jetzige Rhede einführt. Zur sicherheit der schiffe sind in dem Hafen noch einige Duc-d'Alben, in denen die Pfähle durch sinkstücke gerammt werden müssen, anzulegen, weil der Ankergrund nicht der beste ist, folglich die schiffe mittelst Anbindung der Kabeltaue an diese Duc-d'Alben einen sichern stand erhalten, selbst bei dem schlechten Ankergrunde. Auf dem Meerdamme mögen, auf 20 Klafter Abstand, alte Kanonen, oder steinerne Anbindesäulen eingesetzt werden, um die schiffstaue daran zu befestigen. Zur Bequemlichkeit der seefahrt würde ich, nach diesem Vorschlage, auf der Spitze B des vorgeschlagenen Meerdammes einen siebenzig schuh hohen Leuchtthum, auf dem Theresien-Mole einen niedrigern, so wie auf dem *Punte di salvore* in *Istrien* einen dritten Leuchtthurm errichten. Von dem erstern Leuchtthurm habe ich dem östreichischen Gouvernement eine zeichnung übergeben. Endlich habe ich bey I einen kleinen Bergeplatz für Barken oder Fischerfahrzeuge, und davor einen zweyten für die schaluppen vorgeschlagen. Auf die zwey spitzen des Meerdammes, welche die kleine Hafenmündung x bilden, würde ich zwey in *Aquileja* in einem Garten stehende säulenschäfte, die aus Granit bestehen, setzen, um diese letztern Ueberreste ehemaliger Gröfse noch zu erhalten: denn *Aquileja* hat sonst keine bedeutende Ueberbleibsel aus dem Alterthume aufzuweisen.

§. 143. *Fiume*, welche seestadt gegenwärtig zu Ilirien gehört, hat eine Hafenstrafse in dem Flufse Fiumara, deren verlängerung ich, aus Auftrag des Kaisers von Oestreich im Jahre 1803, vorgeschlagen habe. Zu diesem Ende sind die beyden Hafendämme die sie einschliefsen, bogenförmig fortzusetzen. Dabey habe ich die in dem I. B.

*) Der Unterschied zwischen der ordinären Fluth und ordinären Ebbe beträgt vor Triest drey Schuh. Die hohe Fluth steigt zwey Schuh höher, als die ordinäre, wenn nämlich kein starker Wellenschlag hinzukommt.

dieses Werkes aufgestellten Grundsätze in Anwendung zu bringen gesucht, und auf der Spitze des längsten Hafendammes einen Leuchtthurm entworfen.

§. 144. *Der Hafen von Zara Tab.* 63 an der Küste Dalmatiens oder vielmehr an dem Seebusen, der Canal von Zara *) genannt, gelegen, ist gut und ziemlich bequem. Er wird nämlich, von dem niedrigen, selbst unter die Oberfläche des Meeres liegenden Molo *a*, gegen die Wellen beschützt**), und die Tiefe ist 10 Fufs, der Tiefe des Canals von Zara gleich. Längs der Wasserseite liegt ein Felsrief *a b c* vor den Festungswerken, das vom Meere bedeckt ist, und diesen natürlichen Meerdamm nennt man la Porporella. An der nordöstlichen Seite liegen an den Flanken des Walles kleine Wasserbecken 1. 2. 3. 4. 5. 6. zum Aufenthalt für Barken und Schaluppen.

§. 144. *Beschreibung des baierischen Hafens von Lindau am Bodensee.* Tab. 68. Unter allen am *Bodensee* gelegenen Städten und Ortschaften ist Lindau für die Spedition der Waaren von Deutschland nach der Schweitz und Italien, zum besten situirt. Diefs beweifst der Reichthum des dortigen Handelstandes, und selbst die Wahl der Römer, welche wahrsheinlich Lindau zum festen Puncte ihrer Unternehmungen und zur Niederlage der Bedürfnisse, die sie aus Italien zogen, bestimmten. Unter Tiberius wurde in die See hinein ein Fort angelegt, welches noch jetzt die Burg oder die Römerschanze heifst. Rechts dem Thor, in welches man vom festen Lande in diese Inselstadt eintritt, steht noch ein Ueberrest eines römischen aus grofsen eckigen Werkstücken erbaueten Castel's, welches den Character der römischen Macht ausspricht. So sind am Bodensee, wie in Rom, Athen, Corinth, Palmyra, Paestum u. s. w. die Werke der Baukunst nach Jahrtausenden die einzigen Reste von der Gröfse oder auch von dem Geschmacke eines Volkes! Doch wir kehren zu dem Hafen von Lindau zurück. Man hat, ich weifs nicht zu welcher Zeit, die Stadt mit 2, 3 oder 4 Reihen, 6 bis 12 Zoll dicker Pfähle, die 2 bis 4 Schuhe auseinander stehen, und in dem Plane punctirt sind, umgeben. Sie reichen einige Schuhe über den höchsten Wasserstand, und sollen die Stadmauer gegen den Anfall der Wellen, die auf diesem schönen Landsee acht Schuh hoch und höher auflaufen, schützen. Diese Phäle stehn von der Stadtmauer 100 bis 250 Schuh entfernt. Mit solchen Pfahlwänden, die der Stadt Lindau von der Seeseite ein sehr trauriges Ansehen geben, hatte man auch eine Art von Hafen zu bilden gesucht. Aber die Wellen schlagen über diese Pfahlwände hinüber, deren Unterhaltung in den letzten Jahren gänzlich vernachläfsigt ist. Kein Wunder daher, wenn die Schiffe vor Lindau keine Sicherheit mehr hatten, und die Anlage eines geräumigen Hafens zum dringenden Bedürfnifs geworden war.

Der Boden- oder Constanzer-Tee steht vom November bis März gewöhnlich niedrig, dann nimmt seine Wassermasse von dem aus den Gebirgen kommenden Schneewasser zu. Der gewöhnliche hohe Sommer-Wasserstand dieses Sees steht sieben Fufs über den niedrigsten. Dessen höchste Wasserstände betrugen 1640 zehn Fufs 2¼ Zoll, und 1770 zehn Fufs 7¾ Zoll.

*) Dieser Canal kann von kleinen Kauffahrern, die 8 Fufs Tiefe gehen, befahren werden, aber sie müssen sich immer längs der Küste Dalmatiens halten, um nicht auf Felsen aufzulaufen.

**) Description du golfe Venise par l'Ingenieur Bellin 1771 p. 89.

Mehr als vierzig tausend, 12 bis 18′ lange, 4 bis 8″ im Durchmesser starke Pfähle, welche man in die auf Tab. 68. Fig. 1. angegebenen Richtungslinien a b, c d, D e, f J und f N eingerammt hatte und die eine Art von Hafen bilden sollten, waren im J. 1811 gröſstentheils abgebrochen und verfault; jetzt sind dieselben ausgezogen. Die sonderbare Lage, welche diese Pfahlreihen darbiethen, gibt den Beweis von der Unkunde ihrer Erbauer ab; es war daher kein Wunder, daſs bey den zwischen Südwest und Südost blasenden heftigen Winden, in dem engen Hafenraume, die Wellen des Sees, welche öfters 8 bis 10′ hoch gegen die vertikal stehenden Pfähle anliefen, und über dieselben hinstürzten, auf die in den Hafen liegenden Schiffe anschlugen und einige in den Grund versenkten! Wird nun die Lage des Seeufers betrachtet, so ergibt sich, 1.) daſs die unter *Tiber*, 20′ über die Oberfläche des Sees angelegte *Römerschanze*, so wie der nach ihr von der Stadt ab führende, gemauerte, 9′ breite, Damm O P (worin drey Oefnungen x, y und z, die zusammen 72′ groſs sind und die im Innern des Hafens eine nützliche Wasserbewegung hervorbringen, befindlich sind) und die Bastion, *Fuchsloch* genannt, so wie die Stadt selbst, den Hafen gegen alle Windstriche, nur nicht gegen die zwischen Westen und Südost, sichern, und daſs dieser Hafen vorzüglich dem herrschenden und heftigen Südwinde (am Constanzer See die Föm genannt) bloſs gestellt ist. Es war daher die Anlage eines Seedammes nothwendig, welcher folgenden Bedingungen entspricht: 1) muſste derselbe die hohen Wellen und Grundwogen vom Hafen abhalten; 2) diejenigen, welche von dem heftigen Südwinde gegen die Hafenmündung angetrieben werden, müssen das möglich geringste Breitenprofil erhalten, ohne daſs die Mündung zu sehr geschmälert werde; 3) muſste der Hafen einen hinreichenden Raum für die Stationirung der Schiffe darbiethen; 4) die Mündung (in Beziehung auf die zweyte Bedingung) dergestalt gewählt werden, daſs die Schiffe selbst bey Stürmen, den Hafen gut erreichen können, und endlich 5) die Form und Construction des Hafendammes so beschaffen seyn, daſs, dessen vordere Böschung, dem Angriff der Wellen möglichst entzogen wird, ja daſs selbst die höchsten Wellen, nicht über den höhern Theil des Dammes hinüberstürzen und die im Hafen liegenden Schiffe anfallen können. Der ersten Bedingung wurde dadurch entsprochen, daſs ich, nach meinem am 30. July 1811 gemachten Entwurfe, den westlichen Damm G F vor dem östlichen C D E 59 Schuh in die See hervor treten lieſs, wiewohl der Abstand zwischen den zwey Ende-Pfeilern (E und F), der zwey Seedämme, 65′ beträgt, dennoch eine auf die Richtung des Südwindes gefällte Perpendiculär-Linie E e nur 26′ miſst, so daſs also die in die Mündung aus Süden einlaufende Welle auch nur diese Breite haben kann. Aber die Wellen dehnen sich gleich nach dem Eintritt in den Hafen nach und nach auf die ganze Wasserfläche aus, verlieren daher, mit jedem Moment ihres Fortschreitens, an Höhe, so daſs eine ganz ruhige Wasserfläche hinter dem östlichen Damme und im Innern des Hafens entsteht. Auf diese Weise ist auch die 4te Bedingung erfüllt, indem die Schiffe,

während dem herrschenden südwinde, in den Hafen einlaufen können. Damit aber dieselben nicht auf das westliche Ende des östlichen Hafendammes geworfen werden, so ist längs demselben eine aus 20 Pfählen bestehende Pfahlreihe von D an, in die vordere Böschung des Dammes, eingerammt worden, worauf also die schiffe, im äussersten Nothfall anstossen, und um welche die schiffer ihre seile werfen können. Dem Hafen den gröfst möglichen Raum zu geben und denselben, so viel als thunlich, dem Angriff der wellen zu entziehen, construirte ich die Hafendämme nach Kreislinien, so dafs der westliche Damm aus dem Puncte A mit einem Halbmesser von 268′ und der östliche aus dem Puncte B mit einem Halbmesser von 275′ beschrieben wurde. Auf diese weise ist die vordere Böschung der Dämme (ihrer curven-Linie wegen) dem Angriffe der wellen nach und nach entzogen, und bey einer geringern Länge schliefsen diese Bogendämme einen gröfsern Raum ein, als wenn sie nach geraden Linien gebildet wären, so dafs in dem Hafenraum 96 grofse seeschiffe stationiren könnten.

Wie sollte aber die construction der Hafendämme beschaffen seyn, um a) den Eintritt der hohen wellen in den Hafen zu hindern, b) bey der Einfahrt den schiffen nicht gefährlich zu werden, um ferner c) stärke, Dauer und oeconomie zu vereinigen? Die Bedingung in a) zu erfüllen, gab ich den Dämmen eine sanfte vordere Böschung und drey und zwanzig Gewölb-oefnungen, nämlich dem östlichen 16 und dem westlichen sieben. Siehe Fig. 3. Tab. 68. und 104., wodurch also den (s. 468 und 633. 1ter Band) aufgestellten Maximen entsprochen ist. Indem die wellen auf diese Böschung auslaufen, nimmt ihre Höhe und Kraft ab, und indem sie zum Theil durch die Gewölb-oefnungen stürzen, werden sie zerrissen oder gespalten (s. 1. B. s. 628.), so dafs ihr Anbranden auf die Dämme geschwächt wird, folglich können die heftigsten wellen gegen die Hafendämme nicht so hoch anlaufen, als wenn es denselben an einer sanften Böschung und an Gewölb-oefnungen mangelte. Auf diese weise brechen sich also die wellen vollkommen, und bis jetzt haben die höchsten vom sturmwind bewirkten, nur einiges wasser, in staubregen, über die Dämme gespritzt.

Da die Tiefe in der Mündung des Hafens, bey dem gewöhnlichen sommerwasserstande, 16 schuh, beym niedrigsten wasserstande aber nur 9 schuh beträgt, und die gröfsten 5′ 2″ tief gehenden schiffe, deren Länge 87 schuh, und Breite 23′ ausmacht (man nennt sie dort segler), gegen die eine oder andere Böschung der Endepfeiler anstossen könnten, so mufste diese Böschung *vor* den Pfeilern wegbleiben (s. Fig. 1. Tab. 68.), wodurch also der Bedingung in b entsprochen wird.

Was nun die Bauconstruction der Hafendämme selbst betrift, so suchte ich der gegebenen Aufgabe folgender Massen zu entsprechen. 1.) In Beziehung auf die Bedingungen in b und c wurden drey Faschinendämme CE, FG und HJ (Fig. 1. Tab. 68.), deren Quer- und Längenschnitt zum Theil in Fig. 3 und 4. dargestellt sind, nach der im ersten Bande s. 244 u. s. w. gelehrten construction mit 132000 Faschinen, 200000 spickpfählen und 800 cubic-Klafter Kies bis zu einer Höhe von 7 bis 8′ über den niedrigsten wasserstand, zu einer Tiefe von 9 bis 18 und 50 bis 60 Fufs Basis und 12′ Krone, aufgeführt und nachdem besonders die vordere Böschung (Fig. 4.) mit grofsen Nagelfluesteinen (die von dem Felsen-ufer ohnweit Bregenz gebrochen wurden, und welche eine schwere von 10 — 120 zentner haben) und mit Kiesel belegt war, wurde 2) die mit Gewölb-oefnungen versehene Mauer (Fig. 3 und 4.) fundirt. Diese 17′ über den niedrigsten wasserstand des sees reichende und 10 Fufs dicke Mauer wurde von E nach D auf 298′ und von F nach O auf 163′ (Fig. 1.) so

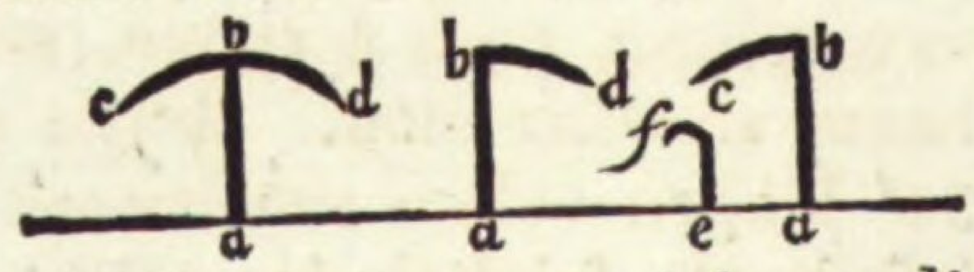
weit ausgedehnt, als der Hafen den herrschenden Windstrichen und dem hohen Wellenschlage ausgesetzt war; denn auf diese Länge von 461 Schuh konnte ich sie nur, des Nutzens und der Oeconomie wegen, aufführen lassen, wiewohl ihre Verlängerung, bis zu den festen Ufern, die Anlage sehr verschönert haben würde. (s. Tab. 104.) Die Fundation der Mauer besteht nämlich a) aus dem oben erwähnten Faschinenbaue und b) aus einem Pfahl- und Schwellroste. (Fig. 4. Tab. 68.) Die Pfähle sind 11 bis 20 Schuh in den festen Grund und 13′ bis 15′ durch den Faschinenbau, bis zum Stehen, mit einem Rammklotze, der 7 Zentner schwer war, dergestalt eingerammt, daſs sie nur 1 bis 3 Linien, in der letzten Hitze von 30 Schlägen, einrückten. Es wurden mittelst 16 bis 29 (im Mittel 22 Hitzen) bey einer Fallhöhe des Rammklotzes von 5′ bis 5′ 6″, vom 23. Jänner 1812 an, 421 Grund-Pfähle eingerammt. Diese bestehen aus Kiefernholz und haben eine Länge von 24 bis 33′ und eine Stärke (am obern Ende) von 12 bis 14 Zoll. Nachdem zur Probe einige Pfähle eingerammt waren, so fand der den Bau dirigirende Oberingenieur, daſs die eisernen Pfahlschuhe unnöthig waren, indem die Pfähle durch den Schlamm- und Thonboden, ohne Pfahlschuh, eben so gut als mit dem Pfahlschuh eingerammt wurden, und so ist dieses Bauwerk ohne alles Eisen bewerkstelligt worden. Unter jeden der zwo, die Hafenmündung bildenden Ende-Pfeiler E und F, wurden 55 Pfähle dergestalt eingerammt, daſs an den Seiten Pfahl an Pfahl, in der innern Pfahlreihe w Fig. 2. aber so wie in der Reihe s. Fig. 3., welche an die mit Gewölben versehene Mauer stöſst, die Pfähle auf einen Schuh Abstand zu stehen kamen. Unter diese letzte Mauer und dem östlichen Ende-Pfeiler O so wie dem westlichen D wurden drey Reihen Pfähle (Fig. 3.) auf $3\frac{1}{2}$ bis 5′ Abstand, bis zum Stehen, eingerammt. Die unter den andern Ende-Pfeilern E und F stehenden Pfähle sind 16 Zoll unterm niedrigsten Wasserstande, die übrigen 7′ 5″ über denselben wagrecht, abgeschnitten. Bey diesen Ende-Pfeilern ist der Raum zwischen den Pfählen, wovon etwa die Hälfte durch den Faschinenbau durchgieng, mit Cement-Mörtel, lebendigen Kalk und Kiesel gefüllt worden. Da wo der Faschinenbau anfängt, sind die 8 Zoll hohen Rostschwellen S auf die Pfähle gelegt, der Zwischenraum mit Töpferthon ausgestampft, worauf die 4 Zoll starken eichenen Rostplanken q zu liegen kamen. Hierauf wurde das Mauerwerk, welches auſserhalb aus Werkstücken, deren Höhe 12 bis 22 Zoll und deren Länge 3 bis 10 Schuh beträgt, im Innern aber mit Ziegeln, Bruchsteinen, Kiesel und Cement gemauert. Eben so ist bey dem Roste der mit Gewölb-Oefnungen versehenen Mauer verfahren worden. Die Sohle dieser Gewölb-Oefnungen wurde 10′ 5″ über den niedrigsten Wasserstand dergestalt gelegt, so daſs die 4 Zoll starken Platten p Fig. 2., deren Länge 3 bis 5 Schuh ausmacht, auf jeder Seite des Gewölbes 4 Zoll (bis r r Fig. 2.) unter die Seitenmauer reichen. Im Innern wurden die Gewölbe, von denen wie gesagt 16 in dem östlichen und 7 in dem westlichen Damme angebracht sind, mit vortreflichen Ziegeln (Fig. 4.) ausgemauert. Der obere Theil des Gewölbes aber ist nach der Breite mit zwey bis drey, fünf Zoll dicken Stein-Platten belegt, welche in der Mitte 2 Zoll höher als nach den Seiten liegen. (Fig. 4.) Die Werkstücke zu diesem Bau bestehen aus einem sehr feinkörnigen Sandsteine, wovon der baierische Cubicschuh 108 Pfund wiegt, und die vor ihrer Verwendung, nach 4 Seiten, mit einer Handsäge zugeschnitten wurden, so daſs die Fugen kaum sichtbar sind. Beyde Mauern sind auf jeder Seite D und O (Fig. 1.) mit einem 34′ langen vollen Mauerwerk (Pfeiler) geschlossen. Damit nun der hölzerne Rost nicht bloſs liegt, folglich der Sonne und der Lnft entzogen ist; so sind sowohl an der vordern als innern Seite der Mauer kleine Pfähle r r (Fig. 4.) die mit einem Querriegel mit dem Roste selbst verbunden sind, auf 8 Fuſs Abstand eingerammt, worauf eine Rinne t gelegt wurde. In dieser Rinne wurden steinerne 3 bis 4″ dicke Platten u, deren Breite 36″

und deren Länge 2 bis 6′ beträgt, dergestalt auf ein aus fest gestampften Thon bestehendes Unterlager genau nebeneinander gelegt, daſs der Fuſs des Mauerwerks eine schräge Fläche u, worauf die Wellen sanft anlaufen, bildet.

Der andere Theil des Seedammes O F und D C ist auf seiner Oberfläche, der Sohle von den Gewölböfnungen gleich, mit groſsen und im Innern mit kleinern Steinen regelmäſsig aufgesetzt, so daſs also auch diese Abtheilung nur 2¾ Zoll unter dem höchsten Wasserstand des Bodensees liegt; und da die vordere Böschung mit groſsen und kleinen Steinen belegt ist, so brechen sich darauf die Wellen vollkommen.

Wie schön von der See zu dieser Hafen erscheint, gibt die auf der Tab. 104. dargestellte perspectivische Ansicht. Aeuſserst überraschend ist es, wenn man im Innern des Hafens längs den Gewölböfnungen vorüber fährt, und dadurch verschiedene reizende Schweitzer-Landschaften erblickt. Vom 5. Dezember 1811 an wurde der Bau des Hafens von meinem ältesten Sohn, dem bey der General-Direction des Wasser-Brücken- und Strassenbaues stehenden Oberingenieur Karl von Wiebeking, bis zum August 1812 vollendet.

Folgende Vorkehrungen sind für die Zukunft nothwendig: 1) der mit dem Haupthafen mittels der Oefnung G H in Verbindung stehende Vorhafen, welcher die Salzschiffe aufnimmt und 300 der kleinsten Fahrzeuge des Bodensees, wovon jedes 200 Zentner ladet, einnehmen kann, muſs bey M eine Einfahrt erhalten und die Pfahlreihe N Q ist vollständig auszubessern, damit die Wellen abgewendet werden, 2) die nach der Richtung M i L in den See hineintretende Pfahlreihe ist für die aus Westen kommenden Schiffe nachtheilig, insbesondere wenn der Wasserstand so hoch ist, daſs sie über die hier liegende Sandplatte passiren können, indem sie durch diese Pfahlreihen verhindert werden, die Hafenmündung sicher zu erreichen. Diese Pfähle müssen also mit Hebeln eben so ausgehoben werden als die in dem Hafen gestandenen Pfahlreihen f I, f N, D e, c d und a b (bis auf einige hundert) bereits ausgehoben sind, 3) In dem Hafen sind die Fig. 1. Tab. 68. mit Puncten angedeuteten Anbindepfähle (Duc d'alben) einzurammen; 4) Auf den zwo Endepfeilern E und F können nach einer geschmackvollen Form, aus Eisen gegossene Laternen errichtet werden, welche alsdann mit dem Feuer auf dem Leuchtthurm I Tab. 104., für die Schiffe sichere Leitsterne abgeben werden. 5) Damit die von den West- und Südwestwinden bewirkten Wellen, vor des Hafens Mündung bereits geschwächt anlangen: so wäre ein Buschsteinhöft K L Fig. 1. Tab. 68. bis zur Höhe von 10 Schuh über den niedrigsten Wasserstand, aufzuführen; 6) müſste die Stadt Lindau den in dem Hafen liegenden Schlamm (im nächsten Winter) auf ihre Felder bringen und die Cloake, welche jetzt in den Hafen geht, seitwärts abführen! und endlich ist die innere Böschung des Hafendammes noch mit einer Berme von 6′ zu verstärken, um Raum für die Steinböschung zu erhalten, welches in der kurzen Zeit nichts gemacht werden konnte.

Zum Beschluſs dieses Kapitels will ich noch anführen, daſs, wenn man bey weit ausgedehnten seichten Stellen, an solchen Seen und Meeren, welche keine Fluth haben, und wo ein Fluſs nicht die Fahrstraſse abgeben kann, Häfen anlegen will, diese durch lange über die Untiefen gehenden Dämme a b und Flügeldämme c b d oder b c oder auch d b gebildet werden mögen 

denn letztere, das sind die die herrschenden Winde abhaltenden Dämme, sichern die Schiffe gegen die Wellen, und die erstern (a b) dienen zur Communication mit dem festen Lande; sie können daher (in der Nähe des Ufers) nur aus einer Bebrückung bestehen. Wo auch schädliche Winde zwischen c e in den Hafen einstehen, kann man noch einen Damm e f aufführen, wiewohl der Damm a b c allemahl gegen die herrschenden und heftigsten Winde gerichtet seyn muſs.

ZWEYTES KAPITEL
DER PRACTISCHEN HAFENBAUKUNDE.

Raisonnirende Beschreibung a) der vorzüglichsten Hafen- und Meerdämme, b) der Kaymauern und c) der Holzwände, längs Häfen und schiffbahren Flüssen.

§. 145.

Die ältesten *Meerdämme* (I. B. S. 614) sind blos von grofsen Steinblöcken aufgeführt. In der That ist diese Bauart, welche man einen *Steinwurf*, oder den Bau *mit losen Steinen*, (ouvrage à pierres perdues) nennt, in einer sehr grofsen Meerestiefe (zu 40′ und tiefer), allen übrigen Constructionen vorzuziehen: nämlich daselbst, wo grofse Steinblöcke zu haben sind, aber das Buschholz zu Sinkstücken oder zum Faschinenbau, womit der innere Körper eines Meerdammes gemacht werden sollte, den man nachher mit Steinen bewirft, oder worauf keine Mauer errichtet wird, nicht vorhanden ist. Ich habe daher den Steinwurf auch zu dem Hafendamme von Triest vorgeschlagen. Angewendet wurde derselbe bey den Meerdämmen von Malaga, Ferol, Castel-la Mare, Athen, bey Cherbourg, Cadix, Nizza und mehrern Häfen. Bey solchen Steinschüttungen ist jedoch zu beobachten, dafs die kleinen Steine unterhalb in der Mitte des Werkes geschüttet werden, und dafs man mit kleinen und grofsen Steinen gehörig abwechsele, und wo möglich einen Wasser-Cement oder Beton-Mörtel dazwischen schütte, damit nicht hohle oder leere Stellen entstehen. Der obere Theil, sowohl der Böschung als der Krone, mufs aus den gröfsten Steinblöcken bestehen. Die äufsere Böschung mufs wenigstens drey Schuh Basis auf den Schuh Höhe des Dammes erhalten, ja man hat Beyspiele, wie bey dem Meerdamm von Cherbourg, dafs das Meer die Böschung dergestalt abgerollt hat, dafs die Basis der Böschung das zehnfache der Höhe des Dammes ausmachet. Wenn daher die Böschungen dergestalt von den Wellen angegriffen werden, dafs sie sich zu weit abflächen, folglich an ihrer Höhe verliehren, dann mufs man von neuem Steine darauf schütten. Es verdient daher öfters, die Gründung der Meerdämme mit Sinkstücken (S. I. B. S. 262, 475 und 478), oder mit Faschinenbau (S. 244 und 308) und dann erst mit Steinblöcken darauf, den Vorzug vor den blofsen Steinschüttungen. Soll aber eine Mauer errichtet werden, so ist die bey Lindau angewendete Bauart die zweckmäfsigste unter allen Bauconstructionen, da sie Oeconomie mit Festigkeit und Dauer vereinigt!

§. 146. *Beschreibung der Hafendämme zu Cherbourg.* Tab. 58.

Diese Dämme mufsten deswegen von Mauerwerk aufgeführt werden, weil die Schlagwellen gerade auf der Hafenstrafse stehen, und diese in Hinsicht des kleinen Spühlbusens nicht breit angelegt werden konnte. Zuvörderst will ich von der Construction der ältern Dämme, welche die Engländer 1756 zerstörten, sprechen! Jeder war 200 Toisen lang. Meerwärts 40 und hafenwärts 30 Toisen voneinander entfernt, also gegen den Grundsatz B. I. 630 angelegt, und der östliche war 25 Toisen länger als der westliche. Auf der Spitze eines jeden lag eine Batterie von 24 Kanonen. Die Basis dieser Dämme war mit einer bis zur niedrigsten Ebbe hinreichenden Spundwand umgeben. Als diese Dämme aufgeführt wurden, konnte nur zur Zeit der Ebbe gearbeitet werden, um die Kosten der Abdammungen zu sparen. Zu beyden Seiten eines jeglichen Dammes wurden aus Werkstücken bestehende Mauern errichtet, und alle 60 Fufs kamen 5 Schuh dicke Queermauern, welche jene miteinander verbanden. Die innern viereckigten Felder füllte man mit Mauerwerk, in Lehm gesetzt, aus, und Mörtel wurde aus Sparsamkeit wenig zu den besagten Mauerfeldern gebraucht. Der Bezirk, worin die Spundpfähle zu stehen kamen, wurde zur Zeit der Ebbe in Form einer Rinne ausgehoben, worin man zwey horizontal liegende Planken, längs Pfählen, setzte. Diese Dammkiste ward nach und nach stückweise gemacht. Man schöpfte sie während der Ebbe aus, und rammte dann in dieselbe die Spundpfähle ein. Auf eine ähnliche Art hat nachher Herr *Olivier* bey Aufführung der *Brester* Docke verfahren.

Bey den Dämmen zu Cherbourg hatten die 10 bis 12 Fufs langen, 5 Zoll dicken, und 12 Zoll breiten Spundpfähle triangelförmige Nuthen und Spitzen; unten waren sie mit einem eisernen Schuh, oben aber mit einem eisernen Ringe versehen. Längs der Spundwand wurde ein Buschsteinwerk, drey Schuh hoch, aufgeführt, um den Grund gegen den Wellenschlag zu sichern. Zwischen den zwey Spundwänden mufste man jetzt das Mauerwerk 6 Fufs tief ausführen, also aus dieser Kiste die Erde stückweise ausheben, und dann dieselbe vom Wasser befreyen, welches durch schiefliegende Schaufelwerke geschah. Die erste Steinschicht *e*, die 11 Schuh dick gemacht wurde, ward auf eichene Planken gelegt. Die Gurthölzer der Spundwand sind, auf acht Fufs Entfernung, mit eisernen Ankern in die Werkstückmauer, befestigt. Diese aber eingezogen und aufgeführt, wie es die zwo Profile T. 58 andeuten, wo die Linie *c d* die innere Seite einer der Hauptmauern, die senkrecht aufgeführt wurde, anzeigt. Zum Mörtel bediente man sich des Kalkes aus Muscheln gebrannt und des Trasses; beydes zu gleichen Theilen. Der obere Theil der Dämme bestand aus einem aus Quaderstücken gemachten Gewölbe, welches, nachdem das gesammte Mauerwerk gleichförmig aufgeführt worden war, gelegt ist. Dessen Gipfel ist mit Steinen, zu 12 Zoll hoch, 18 Zoll dick und drey bis 4 Fufs lang gepflastert, und in Cement gesetzt, so dafs er in der Mitte eine kleine Erhebung, zum bessern Ablaufen des Wassers, bildet. In der Krone wurden

alte Kanonen eingemauert, um die Schiffe daran zu befestigen. Nach der Meerseite zu erhielten die Dämme massive Brustlehnen *n k l*. Um sie gegen das Unterwaschen des Spühlstromes, den man durch die Hafenstraſse stürzen lieſs, und gegen das Anschlagen der Wellen zu sichern, wurde vor ihnen her (nach beyden Seiten) eine nach Art des Faschinenbaues construirte Buschberme, auf eine Breite von 15 Fuſs, gelegt, über dieselbe aber ein Balkenrost welcher mit Steinen gefüllt ist. Ohne Zweifel wäre es besser gewesen: diese Buschbermen noch breiter und aus Sinkstücken zu machen; auf diese Gründung aber Mauerschutt oder Kiesel zu schütten. Indessen sind diese Dämme nicht vom Angriff des Meeres, sondern wie gesagt, von den Engländern zerstört worden! Seit 26 Jahren hat man angefangen, neue Dämme anzulegen, und das von denselben auf T. 58 mit doppelten Linien angedeutete Stück ist von Granitblöcken, mit groſser Sorgfalt, aufgebauet.

Belidor hat zwar den Bau der alten Dämme beschrieben, aber die Construction desjenigen Theils, welcher in das Meer gieng, nicht vollständig genug. Indessen gibt uns *Patte* in seinen lehrreichen Memoiren; sur les objets les plus importants de l'architecture p. 224 nähern Aufschluſs. Er sagt: „Ohne Zweifel kömmt wohl das Verfahren der Alten nicht derjenigen Methode bey, nach welcher die Häfendämme von Cherbourg construirt sind. Man bediente sich dazu plattbodigter Pontons, deren Borde leicht auseinander genommen werden konnten. Nachdem man sie mittelst Schiffen und Kabeltaue, auf den geebneten Bezirk, worauf sie versenkt werden sollten, gebracht hatte, wurde darin gemauert. Auf diese Weise senkte man jeden wasserdichten Kasten auf des Meeres Grund hinab, einen neben den andern, so daſs die Wände zwoer Kästen über die Scheidungslinie der nächst unten liegenden zu stehen kamen. So wie ein Kasten gesenkt war, wurden dessen Seitenwände abgeschlagen, aufgezogen und zu einem zweyten gebraucht. In diesen wurden also ganze Mauerstücke, deren Basis aus einem Holzboden bestand, aufgeführt; und die kleinern Zwischenräume mit Mörtel und Steinschutt gefüllt. Die Oberfläche der Hafendämme wurde dann noch mit Werkstücken belegt.

§. 148. Die alten *Dämme an der Mündung des Adour-Flusses* unter Bayonne T. 66 Fig. 1 und 2 sind mit groſsen Kostenaufwand angelegt, und gleichfalls massiv. Man konnte sie, wegen der hohen Fluth, nicht zwischen Abdammungen aufführen, denn man hätte diese dreyſsig Schuh über die Ebbe legen müssen. Es wurden daher zuvörderst zwey Pfahlreihen, von Kiefernholz, eine in der äuſsern, und die zweyte in der innern Directionslinie des Dammes, auf 5 Fuſs Abstand, eingerammt. Jetzt errichtete man auf die Seitenpfähle, welche mittelst auf Pontons aufgestellter Rammen eingeschlagen waren, ein Rammgerüste, um alle die übrigen Pfähle, wie z. B. die Grundpfähle *e* Fig. 1 einzurammen. Von diesem Gerüste ab wurden die Vierecke zwischen den Pfählen mit Material, einige Schuh über die Ebbe hoch, angefüllt; nämlich zwischen den groſsen Steinblöcken wurden Kiesel gewor-

fen, $\frac{1}{3}$ von diesen und $\frac{2}{3}$ von jenem. Mit diesem Material wurde auch die Böschung, die zwey Fufs Ausladung erhielt, formirt. Es ist eine wesentliche Vorsicht, die man bey dergleichen Werken nie versäumen sollte, dafs man sie nämlich nach und nach gänzlich vollenden mufs, d. i. 1) dafs man nicht mit den Pfählen zu weit gegen das Meer rückt, ohne die Ausfüllung beendigt zu haben, und 2) dafs der eine Damm einer Hafenstrafse vor dem andern nicht zu weit vorausgerückt werde, er sey dann gänzlich vollendet, und zwar mit der gehörigen Festigkeit und Böschung. Ob man gleich die erstere Maafsregel befolgt hatte, so war man doch von der zweyten abgewichen; es war der südliche Damm unvollendet und weiter ins Meer als der nördliche geführt worden. Die Folgen waren aber auch sehr ungünstig, denn der so vorspringende Theil des Dammes wurde von einer Sturmfluth schon stark beschädigt, da er weder ausgefüllt, noch ausgemauert war.

Die weitere Aufführung der Dämme geschah nun folgender Massen! Nachdem das Meer die Steinschüttung gerüttelt und geebnet hatte, wurde der Raum zwischen den Grundpfählen, einige Schuh hoch, mit Bruchsteinen und Mörtel aufgemauert. Auf diese Schichte legte man die Schwellen *a b*, nach der Queere, und liefs sie vier Zoll tief in die Grundpfähle ein. Dann wurden oben so viele Reihen Gurtungen *d*, der Länge nach, gelegt, als Reihen Grundpfähle standen; jene wurden in diese zwey Zoll tief eingelassen und beyde mittelst Spliefsbolzen fester miteinander verbunden. Jetz wurden alle Fächer, zwey Schuh über die Gurtungen hinauf, ausgemauert, s. Fig. 2. bey *b*; vor der äufsern Pfahlreihe grofse Steine *f* im Verband, gelegt, und mit eisernen Klammern untereinander verbunden, die dann mit dem Steinwall eine fortlaufende Böschung ausmachten. Anfänglich wurden auf diesen Steinen eichene Planken gelegt, und darauf gemauert, aber diese Methode konnte eine solide Verbindung nicht zulassen, und das Mauerwerk wurde daher auf die grofsen Steine selbst aufgeführt. Dessen innerer Theil besteht aus einer Bruchsteinmauer und der äufsere aus Werkstücken, wie es Fig. 2. zeigt.

Ein wesentlicher Fehler war bey Legung der Queerbalken und Absägung der Grundpfähle begangen; man hatte beyde zu hoch bewerkstelligt. Da das Holz auf diese Weise täglich nafs und trocken wurde, so faulte es schnell; das Eisenwerk rostete, und wurde vom Meerwasser verkalcht; die Steine, welche von den eisernen Klammern gehalten werden sollten, stürzten in die Hafenstrafse. Dies ist also ein abermahliger Beweis, dafs man das Holzwerk so tief als möglich, und jederzeit entweder unter die tägliche Ebbe legen oder bedecken, auch sich des Eisens äufserst selten, und nicht ohne die höchste Noth, bedienen müsse. Die Steine wurden nun von Neuem, aber auf Moos aufgesetzt, und alle Fugen damit zugestopft. Diese Methode hat, wie Belidor versichert, den besten Effect geleistet, weil das Moos den Wellen nachgiebt. In der That ist dieses auch die einzige Ursache, um welcher willen in Holland die aus Meergras gemachten sogenannten *Wierdeiche*, den anbrandenden Wellen widerstehen.

Die alten Hafendämme von Bayonne sind an der Wurzel über die Springfluth drey Schuh hoch gelegt worden. Da sie meerwärts auf 100 Toisen, 6 Zoll erhöhet, und 600 Toisen lang sind, so liegt ihre Spitze 6 Schuh über die Springfluth. Nachher hat man sie wegen der vorliegenden Sandbank, 1200 Toisen verlängert. Zum Schluſs muſs ich noch bemerken, daſs sie gar sehr beschädigt sind, und bedeutende Einrisse haben; wahrscheinlich sind diese von der hohen Lage des Holzwerkes entstanden. Es war daher ihre Ausbesserung schon lange nothwendig, welche mit der Verlängerung zugleich i. J. 1810 angeordnet wurde.

§. 149. *Die Hafendämme von Havre*, insbesondere die *Mauer*, welche den Spühlbusen la Floride (T. 39) von der Seine-Mündung trennt, ist wohl eines der vollkommensten Bauwerke der Art. Sie heiſst la digue d'enceinte. Das Profil davon ist in Fig. 3 Tab. 66. gezeichnet. Die Oberfläche oder der Wallgang liegt 34 Fuſs über die Ebbe oder 12 über die tägliche Fluth. Die Brustwehre *c d e f* besteht aus Granitsteinen, aus den Brüchen von *Cherbourg*. Die übrigen Werkstücke, womit dieser Deich bedeckt, und nach beyden Seiten eingefaſst ist, besteht aus einer Gattung von Sandsteinen. Sie sind gröſstentheils aus den Brüchen von *Caen*, die übrigen sind Kalchsteine, worin sich kleine Feuersteine befinden. Man hat sie nahe bey *Verner*, 15 Stunden von Paris, genommen. Diese Mauer ist musterhaft aufgeführt, und auf einen Pfahl- und Schwellrost gegründet. Die Werkstücke sind 4 Fuſs lang, 2½ Fuſs breit und 20 Zoll hoch. Das Innere ist mit Bruchsteinen, und mit einem aus Ziegelmehl und Kalk bestehenden Mörtel gemauert. Zu den äuſsern Fugen hat man sich des Pozzelan-Mörtels bedient. Da wo diejenige Mauer, welche die Militär-Ingenieure aufgeführt haben, bey *a* T. 59 anfängt, hat diese treffliche Construction ein Ende. Man trifft da kleine Steine an, die keine sonderliche Verbindung haben, und Füllgrund, der keine Dauer versprechen kann.

§. 150. Der obere Meerdamm von *Nizza* ist in einem hölzernen Kasten (T. 66, Fig. 4 und 6) gemauert. Des Kastens Grundriſs stellt Fig. 6 vor, über welchen die Balkenlagen und die eichenen Planken liegen. Dessen Durchschnit sehen wir in Fig. 4 Nachdem man in mehrern Kästen — wie der in *a b c d*, dargestellte, die 42 Fuſs im Gevierte hatten, und 33 Fuſs hoch waren — das Mauerwerk aufgeführt hatte, wurden die Zwischenwände abgeschlagen; alsdann die Steinböschung aufgeschüttet, wie es dieses Profil zeigt. Zwischen den Mauern *k* und *i* ist ein Raum *h* gelassen, welcher einen Graben bildet, von welchem wohl das Holzwerk *g f*, zur Zeit des Krieges, weggenommen werden wird.

Ich könnte von der Gründung mit Kästen, in denen man mauert, und die versenkt werden, hier noch umständlicher handeln, aber ich sehe mich der Ordnung wegen genöthigt, solches bis zum Bau der Kays und der Brücken aufzuheben. Ungeachtet man sich zu dem Bau der Hafenwände von Ramsgate solcher Kästen be-

dient hat, *) so ist doch die Methode für Hafendämme zu kostbar. Ein englischer Architect Herr Semple war ein grofser Freund davon, und seinem Buche (Teatrise an building in water) gemäfs, mögen wohl die übrigen englischen Architecten sich ihrer bey den Hafenwänden gerne bedienen, um nur dem Baumeister der Westmünster Brücke nachzuahmen.

§. 151. Keines aller in Kästen gebauten Werke ist gröfser als die Docke von Toulon, und wenn man die Methode, wie dieser Kasten construirt und versenkt wurde, im vierten Kapitel, mit Aufmerksamkeit liest, so kann man sich die Versenkung jedes andern Kastens mit Mauerwerk denken.

§. 152. Die *Römer* kannten diese Methode, und bedienten sich statt der Kasten, alter Schiffe, welche sie mit Steinen und Mörtel füllten, und versenkten. In dem Hafen der *Tiber*, versenkten sie so, unter Claudius Regierung, das Schiff welches den auf dem Platze vor der Peterskirche stehenden Obelisk nach Italien hinüber getragen hatte.

§. 153. *Die Dämme der Neuen-Darse* (des Neuen Hafens) *zu Toulon* (T. 66. Fig. 5) wurden anfänglich von Steinen aufgeschüttet. Achtzehn Zoll unter der Oberfläche des niedrigen Meeres ist diese Steinschüttung sorgfältig geebnet. Auf diese Fläche legte man einen Balkenrost $i\ h$, dessen Felder 30 Zoll ins Gevierte hatten. Er war theilweise, 8 bis 10 Toisen lang, auf dem Bauplatze znsammengefügt, wurde so ins Meer und auf die Steinmasse geschoben. Man entfernte ihn 15 Fufs von der äufsern Böschung, gab ihm also einen schweren Vorgrund, welches eine sehr nöthige Vorsicht ist, im Falle die Steine noch herabgeworfen werden. Auch erhielt dieser Rost die darauf zu setzende Mauer, mithin eine grofse Festigkeit. Derselbe Rost ist zwey Fufs breiter als die Mauer h. Nachdem er fertig war, sollte er mit schweren Steinen belegt werden, damit derselbe recht niedergedrückt werde. Nach einigen Monaten wollte man die irregulären grofsen Steine fortnehmen, und jetzt die Mauer auf das gesenkte und vorbeschriebene Fundament aufführen. Diese letzte Vorsicht, ist, wie Belidor §. 828. bemerkt, unterlassen worden, und die Schiefsscharten der Batterien, worin die Kanonen, nach der Hafenseite, in den Gewölben $f\ c\ d$ stehen, werden vom hohen Meere benetzt. So viel hatte sich das Werk gesenkt, welches nicht geshehen sein würde, wenn man das Fundament, vor dessen Beendigung, eine Zeit lang mit grofsen Steinen beschwert hätte. War die Mauer bis zu den Schiefslöchern $d\ e$ aufgeführt, so wurden grofse Steine $d\ c$ aufgesetzt. Nach der Hafenseite ist gleichfalls ein Rost $c\ a$ gelegt und die kleine Mauer a ist mit grofsen Felsstücken eingefafst. Wie die Brustwehr von k bis g aufgeführt ist, zeigt das Profil.

*) Belidor 2ter Theil §. 876 schlägt vor: prismatische Kästen von Holz mit Mörtel und Steinen zu füllen und diese aufeinander zu legen, so dafs immer einer zwischen zweyen inne liegt. Für solche Kästen sind aber die Sinkstücke unendlich wohlfeiler und dauerhafter.

§. 154. *Die Hafendämme a b* und *c d* T. 62 zu *la Rochelle*, digue de Richelieu, genannt, deren Länge 740 Toisen beträgt, wurden 1627 so aufgeführt. An beyden Seiten rammte man Pfähle, auf 12 Fuſs Abstand, welche mit Gurtungen verbunden wurden, ein. Zwischen diesen zwo Reihen Pfähle warf man groſse Steine. Also dienten die Pfahlreihen nur zum Gerüste, um die Steine darüber hinzufahren. Eine Methode, die daselbst, wo die Tiefe nicht über 24 Fuſs beträgt, in einzelnen Fällen Nachahmung verdient, weil es doch immer kostbarer ist, auf kurzen Entfernungen die Steine mit Prahmen und Fahrzeugen beyzufahren, als mit Wagen und Schubkarrn über ein festes Gerüste. Der Hauptdamm *a b* hat eine Basis von 72 Fuſs, eine groſse Böschung und ist 24 Fuſs hoch. In der Mitte des Werkes *c e* ist ein durchsichtiger Holzbau von 24 Fuſs breit, welcher eine Brücke bildet, angelegt. Unter Ludwig XIII. wurden diese Dämme aufgeführt, und während fünf Monaten arbeitete daran fast die ganze französische Armee. So war die Construktion nach Froidours Briefen, die er über den Canal von Languedoc schrieb, beschaffen. Nach der Rélation du siège de la Rochelle, écrit par Pierre Mervant en 1648, wurde die ältere Bay oder Bucht bey dem ersten Meerdamme vor Rochelle, während der Belagerung, mit schwimmenden Masten abgeschlossen, dann füllte man alte Schiffe mit Steinen, und versenkte diese, nachdem sie mit eisernen Ketten aneinander befestiget waren. Im July 1628 war diese Arbeit 25 Schuh über den Meeresboden emporgebracht, als ein heftiger Sturm von Südwest, sie zum Theil zerstörte, und am 8. November vollendete dieser Wind die gänzliche Zerstörung eines Werkes, dessen Kosten man auf fünf Millionen berechnete. Dieser Damm muſs also später wieder hergestellt worden seyn!

§. 155. Der *Meerdamm* (A G B Tab. 61) *vor dem Hafen Cette* ist eines der merkwürdigsten Werke von Steinen und 1671 aufgeführt. Seine Länge beträgt 320 Toisen. Seine Dimensionen zeigt die siebente Figur auf Tab. 66. Das sechs Schuh breite Banquet *a b* liegt etwa zwölf Zoll über das Meer erhaben, besteht aus zwey Fuſs dicken Werkstücken, und ist nach der Hafenseite zu placirt; dient also zum Ziehpfade. Um auf dasselbe von der Oberfläche des Dammes herunter zu steigen, dienen achtzehn Fuſs breite Treppen, welche in der Böschung von 20 zu 20 Toisen angebracht sind. Die Schiffe anzulegen, dazu sind zwischen zwey Treppen fünf Anbinde-Colonnen *b c* (Cammares) gesetzt, nämlich drey an dem Ziehweg, und zwey auf dem Gipfel des Dammes bey *c*. Sie bestehen aus Werkstücken, haben zwey Schuh im Durchmesser, und sind neun Schuh hoch. Sechs Fuſs tief stehen sie in das Mauerwerk hinein, und der vorstehende drey Fuſs lange Theil ist rund, und hat eiserne Ringe, um daran die Schiffe zu befestigen.

Dieser Damm so wie der östliche *D E* und *C F* (jetée de Frontignac) besteht also aus groſsen und kleinen Steinmassen. Nach dem Meere zu hat man die gröſsten Steine eingeworfen, und nach dem Hafen zu die kleinsten, worauf Kiesel ge-

schüttet sind, damit die Schiffe an den grofsen eckigten Steinen nicht anstossen, und also ohne Gefahr sich an den Damm anlegen. Der aus dem Meer hervorgehende Theil ist an de Seiten von Werkstücken aufgemauert, welche in guten, aus Pozzolane bestehenden Cement gelegt sind. *)

§. 156. *Das Steinrevettement von Cadix a b c* (Tab. 68.)

Die Steinkisten können auch mit dem *Steinwurf* verbunden werden. Man läfst nämlich Kisten mit Steine, Mauerschutt oder Kiesel gefüllt, vor dem Fufse des aufzuschüttenden Steinwalls einsenken; und so viel Kisten über einander, bis sie die Ebbelinie erreichen. Alsdann erst schüttet man die grofsen Steine auf, wie solches vor Cadix geschehen ist. Zu eben dem Behuf bedient man sich statt der Steinkisten auch der Sinkstücke, wie am Hafen des Maarsdieps, das Nieuwediep genannt, geschah. S. I. B. S. 652. Beyde Methoden verdienen besonders empfohlen zu werden; auch haben sie, sowohl vor Cadix als im Maarsdiep, den besten Erfolg geleistet. Hat man alte unbrauchbare Schiffe, so mag man diese statt der Kisten, mit Steinen füllen und versenken.

§. 157. *Die Hafendämme von Holzwerk* bestehen entweder aus Pfahlreihen oder von solchem Holzbau wie Fig. 25. T. 66. und dieses ist alsdann mit Planken bekleidet. Die Anweisung dazu ist überflüssig, und ich will deswegen weder die Pfahlwände des Hafens von *Vlissingen*, noch die Holzwände von *Haarlingen* beschreiben. Nur das mufs angemerkt werden, wie man bey einem lockern Grund allemal gut thun wird, die Pfähle, zu dergleichen Holzbauwerken, durch Sinkstücke oder Faschinenbau, oder auch durch Kiesel-Aufschüttungen, wie beym Kay von Rouen geschehen ist, einzurammen, damit die Wellen sie nicht unterwaschen.

§. 158. Was die Hafenwände von Faschinen und Steinschüttung darüber betrifft, so habe ich ihre Construction bereits B. I. S. 476 u. 477 gelehrt, und füge nur hinzu; dafs mich auch die Arbeiten an den französischen Seehäfen von der Vortrefflichkeit dieser Construction überzeugt haben. Fast alle Holzbauwerke habe ich beschädigt gefunden; aber nicht die Buschsteinwerke bey Ostende, und am Nieuwendiep! daher habe ich auch die Hafendämme bey Lindau zum Theil so construirt. Freylich mufs man sie in der Form eines Gewölbes anlegen, und ihnen eine hinreichende Böschung geben. Dafs man übrigens auf solchen runden Werken T. 50. Fig. 12, nicht bequem gehen, und die Schiffe ziehen kann, macht nichts zur Sache. Denn man darf nur alle 10 bis 20 Fafs Abstand, in iher Mitte, eine oder zwey Queer-Pfahlreihen oder Duc-d'Alben einrammen, und auf diese eine Bebrückung machen, Auf diese Weise wird das massive Buschsteinwerk eines in das Meer gehenden Hafendammes auch nur 2 bis 4 Fufs über die ordinäre Fluth, das ist, der Springfluth gleich, oder zwey Fufs darüber liegen dürfen. Diese Höhe richtet sich bey manchem Local auch nach der Höhe der Wellen! Die Bebrückung wird einen Clair-voie (durchsichtigen

*) Communication des deux meers par Freidour.

Holzbau abgeben, welche die in die Hafenstraſse einrollenden Wellen ausdehnt, also schwächt.

§. 159. Die Dämme aus einem mit Steinen gefüllten Holzbau, können in manchen Fällen nöthig seyn: wenn man z. B. die Hafenstraſse nicht breit machen kann, um solche aus Steinwurf bestehenden Hafendämmen oder aus Buschsteinwerken, die eine groſse Böschung erfordern, aufzuführen; oder wenn die Hafendämme hoch aufgeführt werden müssen, folglich eine groſse Böschung erfordern würden! In solchen Fällen also wird man Pfahlbauwerke in Fachwerken anlegen, und solche der Solidität wegen mit Steinen aller Art oder auch mit Steinen in Mörtel gelegt, ausfüllen können.

§. 160. Die Hafendämme von Trèport, Fécamp und St. Valery sind so construirt, wie Fig. 25, 26, 28 Tab. 66 deutlich zeigt. Damit die Steine nicht aus dem Holzbau herausfallen, sind die Seiten mit einer Plankenwand *a* Fig. 28 verschlagen, wie dies auch in den Elevationen Fig. 24 und 27, der Länge solcher Dämme nach, zu sehen ist. In diesen Figuren sieht man ferner die innere Verbindung der Hölzer. Die 29. Figur zeigt uns solche Werke von oben anzusehen, wo die verschiedenen Lagen und die Plankendecke deutlich dargestellt ist. Man kann der Oberfläche solcher Werke eine Schräge *c d* Fig. 23 geben, wenn sie nicht zum Verkehr dienen soll. Will man ihrer äuſseren Seite eine Böschung geben, so wird die Bebrückung *c d* Fig. 26, zum Verkehr dienend, auf Streben gelegt. Vorne nach dem Meere zu, werden dergleichen Werke gleichfalls, der Queere nach, mit Planken verschlagen. Doch ich darf sie nicht weitläufiger beschreiben, denn die angeführten Zeichnungen machen die Construction verständlich genug. Sie haben mit allen Holzbauwerken, welche täglich der Nässe und der Trockniſs, ja der Sonne ausgesetzt sind, das gemein, daſs sie nicht über 70 Jahr dauern, und stellt sich der Pfahlwurm ein, so müssen sie nach 16 oder 20 Jahren erneuert werden. Ueberdem muſs man auf jede kleine Beschädigung sorgfältig achten. Eine Planke darf nur losbrechen, so fallen schon die kleinen Strandkiesel heraus, und die Wogen machen dann sogleich groſse Oeffnungen darein. Sind solche Holzwerke endich unbrauchbar geworden; so müssen entweder nach den Seiten neue aufgeführt, oder das alte Werk gänzlich abgebrochen werden. Wozu bedient man sich also nicht lieber der Buschsteinwerke mit Bebrückungen zum Verkehr, oder der mit Gewölböffnungen versehenen Mauern?

§. 161. Auf eine noch einfachere Weise, wie die Hafendämme der Normandie sind die an den Hafenstraſsen von *Haarlingen* nud *Stavern* in Friesland angelegt. Der ganze Dammkörper ist von einer Pfahlreihe umringt; vor dieser sind Bretter geschlagen, und das Ganze ist mit Steinen und hafenwärts mit Erde gefüllt.

§. 162. In einem andern Falle kann auch der Holz- und Steinbau vereinigt werden, wenn die Tiefe groſs ist, und man der Steine und Bäume genug hat, ja! der *Damm von Tyrus* ist in der That als ein merkwürdiges Beyspiel solcher Bauart

anzuführen. *Alexander* liefs ihn durch einen Arm des Meeres, bey der Belagerung von *Tyrus*, aufführen. Erst wurden grofse mit Steinen belastete Bäume, mit ihren Zweigen, ins Meer geworfen (wahrscheinlich fachweise), oben wurde der Damm mit Erde gefüllt, und mit Bohlen gedeckt. Werden die Fächer mit Steinen, Mauerschutt und Mörtel ausgefüllt, so mufs das allerdings ein dauerhaftes und festes Werk geben. Und man kann so viele solche Roste aufeinander legen als die Tiefe erfordert. Vorzüglich brauchbar wird diese Methode über einen schlammigten Grund seyn, worin die blos eingeworfenen Steine versinken. Aber auch auf einem abhängenden Felsgrund, von welchem die Steine herunterrollen, ist diese Construction anwendbar; eben so wie auf einem flüchtigen Sandgrunde. Es mufs nur immer zweckmäfsig mit grofsen und kleinen Steinen und Mörtel abgewechselt werden.

§. 163. *Massive Hafendämme von eingeschütteten Mörtel und Steine* können so aufgeführt werden: Es werden nämlich zwey Reihen Pfähle (Pfahl an Pfahl) eingerammt. Zwischen diesen Wänden werden die Steine und der Mörtel durch Kästen auf den Grund gelassen. Belidor 2. Th. §. 832. beschreibt diese Methode umständlich. Man kann sich auch dabey der Spundpfähle bedienen. Auf diese Weise ist ein Theil der Hafenwände von Toulon 1748 unter Direktion des Ingenieurs Monville erneuert worden. Ueber die erste Schicht Steine wird eine Schicht Mörtel geschüttet, und so weiter bis 6 Schuh unter der Oberfläche des Wassers, wo man alsdann nicht mehr des Kastens oder der Maschine zum Ausschütten des Mörtels benöthigt ist. Das Ganze erhärtet sich, und wird wie ein Fels so hart. Auch die Alten bedienten sich dieser zuerst von Vitruv (L. V. Cap. XII.) gelehrten Methode, die ohne Widerrede, dem Mauerwerk in Kästen aufgeführt, sowohl in Rücksicht der Kosten, als der Dauer, in manchen Fällen, vorzuziehen ist.

§. 164. *Kästen mit Steinen.*. Die Hafenwände bey Colberg und Rügenwalde in Pommern und bey Danzig, bestehen aus hölzernen Kästen mit einzelnen Feldsteinen gefüllt. Die in dem obern Kasten liegenden, werden von den Wellen umhergeworfen. Warum füllt man denn alle Zwischenräume nicht mit Trafs-Mörtel, Cement und kleinen Steinen, oder Mauerschutt dazwischen aus; füllt nicht auf diese Weise die Kästen mit einer einzigen Masse? *)

§. 155. Eine andere Art von Mauerwerk ist bey dem Hafen von Ostia aufgeführt worden. Wenn nämlich, wie hier, keine grofse Tiefe ist, so legt man die ersten Schichten des Werks auf ein schwimmendes Rostwerk, welches über dem Wasser durch Seile und Pontons gehalten wird. Hierauf wird das Mauerwerk verfertigt, und nach und nach wird dasselbe herabgelassen, so wie die Arbeit fortrückt.

Der französische Architect *Draguet Reys* hat sich dieser Methode zur Gründung einer Moschée bey *Constantinopel* bedient. *a*) Soll auf eine solche Gründung ge-

*) Dafs diese Holzkisten von geringer Dauer sind, beweifst auch des H. Riedels Vortrag in seiner Anleitung zur Strom- und Deichbaukunde p. 76.

a) Traité des Ponts et chaussées p. 83.

mauert werden, so mufs die oberfläche bis ins wasser herab mit der grössten sorgfalt gelegt werden. Auf der ersten steinlage wird alsdann eine Mörteldecke ausgebreitet. Auch ist sie bey dem Meerdamm von Genua angewendet. *)

§. 166. Vitruv lehrt uns eine Bauart massiver Meerdämme aufführen, die kostbar ist, und den übrigen Bauarten nachsteht, weil sie keine gröfsere Festigkeit und Dauer verspricht. Er sagt L. V. cap. XII.: wo die Meeresfluth, oder die Wogen den festen stand der (vorbeschriebenen) Kästen nicht zulassen, da führe man vom Ufer ab eine sehr feste Grundmauer auf, von welcher die eine Hälfte oben horizontal, die andere schräge liegen mufs. Alsdann wird auf diese Mauer an den seiten eine Randmauer von 1½ schuh stark zu gleicher Höhe mit dem am Ufer horizontal gelegten Theil aufgeführt. Den Raum, welchen diese Mauer umschliefst, fülle man mit sand aus, und mauere auf dieses sandlager einen Pfeiler, dessen Höhe der Absicht entspricht. Wann derselbe vollendet ist, so lasse man ihn, wenigstens zwey Monate austrocknen, alsdann breche man die Randmauer, die den sand einschliefst, ab. Der sand wird nun vom wasser weggespühlt werden, und der Pfeiler ins Meer stürzen; auf diese weise können also die Dämme nach und nach weiter ins Meer geführt werden.

§. 167. *Der obere massive Hafendamm zu Dieppe*, dessen vordertheil sehr beschädigt ist, wurde auf folgende weise construirt. Auf beyden seiten hat er eine zwanzig Schuh dicke Mauer, die ¼ der Höhe zur schräge hat; der innere Raum, welcher etwa 48 Fufs breit seyn mag, ist mit strandkieseln gefüllt. Ueber diesen ward ein Gufs von Mörtel gemacht, welcher von solcher Güte ist, dafs er nachher, als die Kiesel schon herausgewaschen waren, noch die Decke fest hielt, welche gleichsam in der Luft hieng. Ein Beweis von der Bindungskraft eines guten Mörtels. Jetzt steht von dem vordern Theil dieses Dammes nichts mehr als die seitenmauern da. Der obere Theil ist mit Planken bedeckt, und so laufen die sturmfluthen in dies hohle Höft hinein, und es war für mich ein schauerlicher Moment, zu sehen, wie das Meer gegen seine Wände antobte. Der Hafen-Ingenieur, Herr Tarbé, hatte im Innern eine zweckmäfsige Holzverbindung anbringen lassen, und die angegriffene Mauer mit einer Balkenwand conservirt.

§. 168. *Hafendämme von Holzwerk mit Steinen gefüllt* waren ehemals auch bey *Dünkirchen und Calais* anzutreffen. Bey Dünkirchen bestanden sie, vor der Zerstörung beym Utrechter Frieden, aus zweyerley Constructionen. Die eine Art Fig. 12. Tab. 66. war auf ein Werk von Faschinen und langen Pfählen gegründet. Auf solche Gründung war das Schwellwerk und ein Holzbau errichtet, wie ihn die angezogene Figur im Profil Fig. 13 und 15 im Grundrisse und Fig. 14 im seitenaufrifs darstellt; und derselbe war mit steinen gefüllt. Wer aus diesen zeichnungen nicht die ganze Construction verstehen kann, der mag im Belidor 2. Theil §. 718. u. s. f. nachlesen. Jetzt besteht der untere Hafendamm zu Dünkirchen aus einem steindamm

*) Furtenbach Kunstspiegel S. 118 — 80. Leupold Theatre hydr. §. 217.

Fig. 20. welcher unter der täglichen Fluth, und also zu niedrig liegt. Der westliche Hafendamm ist ein durchsichtiger Holzbau. Sein Profil ist in Fig. 22. verzeichnet. Den alten Hafendamm von Dünkirchen, welcher jedoch bey weitem nicht die ganze Hafenstrafse einfafste ist in Fig. 12, dargestellt.

§. 169. *Der Hafendamm von Calais* Fig. 11. ist dem letztern sehr ähnlich, nur dafs dieser weniger Holzwerk hat, *b c* ist darin die obere Plankendecke.

§. 170. *Die Hafendämme von Faschinenbau* sind von keiner Dauer, wenn sie nicht mit Steinen oder Kiesel gänzlich bedeckt sind, denn das Buschholz darf nicht täglich nafs und trocken werden, sondern mufs vor der Luft und dem Wasser bedeckt seyn. Die Faschinendämme Fig. 16. Tab. 96, bey Dünkirchen, deren Länge (von B bis 6 und von *c* bis 3 Tab. 63.) 6600′ betrug, welche zehn Fufs über die tägliche Fluth hervorragten; die überdem nach einer fehlerhaften Construction erbauet; durch denen lange Pfähle eingerammt waren, die das Setzen des Faschinenkörpers hinderten, kurz diese Bauwerke — konnten nicht lange bestehen, und man war schon ein Jahrzehend nach ihrer Erbauung genöthigt, auf ihren Abbruch zu denken. Doch ich habe davon in der Beschreibung des Hafens von Dünkirchen gehandelt! Hier will ich nur bemerken: dafs der Grundrifs dieser Werke in Fig. 19. gezeichnet ist, dafs die Bebrückung *p i l* (Profil 16) nöthig war, zum Ziehen der Schiffe; dafs die Einschnitte *t* mit Lehm ausgestampft waren, um das Wasser nicht unter dem Damme durchzulassen. Unzugängliche Maafsregel bey einem Bauwerke, welches selbst keine hinlängliche Schwere hatte, und also auch nicht den Grund belastete. In dieser Hinsicht hat man die Dämme des *chenals* von *Maardyk* besser angelegt, denn das Faschinenwerk Fig. 18. T. 66. wurde mit Steinen beschwert. Eine gleiche Beschwerung wandte man bey den Dämmen dieser Hafenstrafse unterhalb der Mardyker Schleuse Fig. 17. so wie bey den Dämmen oberhalb dieser Schleuse Fig. 17. *b* an. *a* ist in diesem Profil ein Trottoir und *b* der Fahrweg. Der Gipfel dieser Dämme liegt 12 Fufs über die ordinäre Fluth. Uebrigens bedürfen auch diese Zeichnungen keiner weitern Erklärung.

§. 171. Aufser an der Hafenstrafse von *Boulogne sur mer*, bey *Dieppe* ein kleines Stück und bey *Gravelins*, werden an den französischen Seehäfen keine blos liegende Faschinenwerke angetroffen, und selbst diese liegen nicht zur Fluth hinauf, und werden oft beschädigt; diese waren auch i. J. 1800 als ich dieselben besichtigte, in einem sehr verwahrlofsten Zustande. Dergleichen Werke müssen gut construirt, mit Grand oder Steinen bedeckt seyn. In Deutschland hat man gleichfalls die Zweckwidrigkeit hoher *fehlerhaft* construirter Faschinendämme, bey der Hafenstrafse von Schwinemünde in Pommern, eingesehen. Auch die gut gebauten Hafen-Faschinendämme müssen stets mit Kiesel, Ziegelgraus und grofsen Steinen bedeckt werden, damit die hebende Kraft der Wellen, die Buschlagen und Wippen nicht aufhebe, und das Holz nicht öfters nafs und trocken werde.

§. 172. *Von den durchsichtigen Holzbauwerken* (claire - voies) habe ich die Vortheile, wenn einzelne Theile eines Hafendammes von denselben aufgeführt werden, zu zeigen versucht, und bereits das Characteristische von dieser Bauart angegeben: daſs sie nämlich, die Erhebung der Wogen in der Hafenstraſse mäſsigen, und zur Bebrückung dienen soll. Jetzt will ich folgendes darüber anführen. Ein durchsichtiger Holzbau muſs gegründet seyn, auf einer Mauer B Fig. 1 und 8. Tab. 67 oder auf ein mit Steinen belegtes Faschinenwerk, damit sein Fuſs nicht unterwaschen werde. Tab 57 Fig. 6. Er kann auf mancherley Weise construirt werden, und alle Profile Fig. 23. 25. 26. 28. 8 und 10 geben Ideen zu solcher Bauart. Nach derjenigen Construction, welche Tab. 67 in Fig. 1. 8. und 22 dargestellt ist, sollten die neuen Hafendämme von *Dieppe* angelegt werden. Der aufmerksame Leser wird sie ohne weitläufige Erklärung verstehen. Fig. 8 ist nämlich der Grundriſs, und Fig. 22 die Ansicht der vordern Seite, und einerley Buchstaben bedeuten einerley Theile. Fig. 19 stellt einen solchen Bau mit seiner Bebrückung, von oben anzusehen, dar, wo A die schräge Fläche auf welcher sich die Wellen brechen, bedeutet. Fig. 25 ist ein Profil dieser Construction. Ich habe den Zweck solcher Werke durch eine mit Gewölb - Oeffnungen versehene Mauer, bey dem Hafendamm vor Lindau S. S. 109., zu erreichen gesucht.

§. 173. *Die Hafendämme am neuen Elbingschen Hafen.* Die Methode, welche hier angewendet worden ist, und die auch beym Pillauschen Hafen statt finden, sollte, wonach die Steine auf einen Boden von Bohlen, und diese auf das Faschinenwerk gelegt sind, kann keinen guten Erfolg versprechen: denn das Bauwerk macht ja auf diese Weise nicht ein festses Ganze. Die Steine können auf dem glatten aus Bohlen bestehenden Unterlager, nicht unverrückt liegen bleiben, wenn die See gegen sie anbrandet. Will man, nach ihr, Werke mit einer groſsen Böſchung aufführen; dann wäre es ja besser, die Steine für sich herabrollen zu lassen, über ein solides Faschinenwerk, das auf seiner Oberfläche, bis zum niedrigsten Meer, mit Verzäunungen versehen ist. Wozu dient also wohl das kostbare und oft zu erneuernde Bohlenlager? Daſs in der Aufführung von Faschinenwerken, in einem Meere wie die Ostsee, wo gar kein Strom ist, Schwierigkeiten gefunden werden konnten, ist wahrlich unerklärbar, wie auch, daſs man sich bey Elbing zur Aufführung der Packwerke zwey Reihen groſser Pfähle hat bedienen müssen, zumahl es doch nicht unbekannt, ist, daſs groſse Pfähle, wenn sie früher eingerammt werden, als der Faschinenbau gelegt ist, den Faschinenwerken ein regelmäſsiges Sinken versagen, daher ihre Festigkeit hindern. Wer den Faschinenbau kennt, und denselben in dem ersten Bande studirt hat, der wird, ohne sich groſser Pfähle zu bedienen, in der Ostsee hinein, Faschinenwerke aufführen, welche Tiefe er auch antreffen möge!

Wenn der Leser nun alle die verschiedenen Constructionen, nach denen Hafendämme erbaut worden sind, untereinander vergleicht, so wird er ohne Zweifel ein-

gestehen müssen, daſs die *Busch-Steinwerke* *) allen übrigen Bauarten vorzuziehen sind. Siehe Tab. 50. Diese Bauconstruction setzt jedoch voraus 1) daſs man dem Werke, des Raumes wegen, eine hinreichende Böschung geben könne, 2) daſs die Schiffe nicht mittelbar daran anlanden dürfen, als welches eine starke Böschung verhindert, 3) daſs man ein solches Werk — wegen dem bedeutenden Unterschiede des höchsten und niedrigsten Wassers, und bey dem Umstande, wann seine Oberfläche, der Kosten wegen, nicht dergestalt mit Steinblöcken bedeckt werden kann, so daſs das Buschholz bedeckt sey, welches bey dem abwechselnden Stande des Wassers öfters der Luft und Sonne ausgesetzt ist, abstirbt und fault, und im salzigen Seewasser gar nicht ausschlägt — nicht zu hoch lege.

Unter allen diesen Umständen muſs der Ingenieur, wenn es übrigens die wissenschaftlichen und Local-Rücksichten erheischen, den Faschinenbau, bis zur Höhe des gewöhnlichen Sommerwassers oder bis zu dem Mittel zwischen Ebbe und Fluth, aufführen, die vordere Böschung mit Ziegelgraus, Kiesel, groſsen Felsstücken und kleinen Steinen beschweren, durch dessen Krone aber Pfähle einrammen, auf einem Rost eine Mauer errichten, und dieser Gewölb-Oeffnungen geben, damit die anbrandenden Wellen zerrissen werden und ihre Höhe verlieren. Diese Bauart vereinigt nämlich die gröſste Stärke mit den Absichten des Hafenbaues, wie ich bereits bey dem Hafen von Lindau S. 109 bewiesen habe; es ist daher eine nähere Erklärung davon überflüſsig.

§. 174. Jetzt komme ich zu einer Bauconstruction, welche nur bey einem Werke in der Welt in Anwendung gebracht wurde; es ist nämlich die Abschlieſsung der Rhede von Cherbourg, vermittelst groſser, aus Balkenwerk zusammengesetzter oben offener Körbe, die man in Frankreich cônes (Kegel) Tab. 58) nannte, und die mit Steinen gefüllt wurden. Zur Etablirung dieser künstlichen Rhede machte der Marine-Officier La Bretonnière den ersten Vorschlag, nämlich zwischen Querqueville und der Insel Pelée einen Meerdamm, mit vier Oeffnungen von 400 bis 500 Toisen Weite, vermittelst eines Steinwurfes, aufzuführen. An der Anwendung dieser Construction wurde, ohngeachtet die französischen Ingenieurs seit 1792 zu ihr zurückgekommen sind, deswegen gezweifelt, weil die Wellen und der Fluthstrom die einzelnen Steine fortschieben würden. Daher schlug Bretonnière später die Versenkung alter Schiffe mit Steinen, und der Director der Fortificationen der Normandie, mit Steinen gefüllte groſse Holzkisten, ohne jedoch das Detail dieser Bauart anzugeben, vor. *Groignard*, Erbauer der Schiffsdocke zu Toulon, hielt dieses letztere Project für unausführbar, jenes war aber wegen der ungeheuren Anzahl von 8000 Schiffen ganz unanwendbar. Auch

*) Busch-Steinwerke sind, wie gesagt, solche Dämme die zuerst aus einem Faschinenbau oder Sinkstücken bestehen, der nachher mit kleinen Steinen, Ziegelgraus, dann mit groſsen Steinblöcken beworfen wird, und der eine groſse Böschung, worauf die Wellen sanft aufrollen, erhält! Ich beziehe mich wegen ihrer Aufführung und ihren Vorzügen auf den I. B. S. 253 — 258; 262 — 268; 461 — 464 und Seite 475 — 479.

blieb es unmöglich ein Schiff ganz zu füllen: denn es senkte schon früher, und die Schiffe allein würden 32 Millionen gekostet haben. Unter diesen Umständen legte der General-Inspector des Wege- und Brückenbaues, Cessart, im Jahre 1781 seinen Entwurf; in die Rhede, durch *einzelne* mit Steinen gefüllte Kisten, allen feindlichen Schiffen den Eingang zu verschliefsen, und den französischen Schiffen auf dieser Rhede eine ruhige Lage während den Stürmen zu verschaffen, vor. Diese runden und oben abgeschnittenen Kisten nannte man ihrer Form wegen, da sie abgekürzte Kegel bilden — cônes, oder cônes tronquées. S. Tab. 58.

Neue imponirende Ideen haben von jeher bey den Franzosen eine günstige Aufnahme gefunden, wie hätte sich also der Ingenieur Cessart diese nicht von seinen Kegeln versprechen können? Als ein Mann von Genie, der sich mit einigen Arbeiten in den Häfen von Dieppe, Havre, und Trèport rühmlichst bekannt gemacht hatte, wollte er, bey dem grofsen Meerdamme von Cherbourg, der Welt etwas Aufserordentliches sehen lassen *). Er machte also den Vorschlag: neunzig durchsichtige von Balkenwerk construirte Körbe T. 58. Fig. 14 welche die Form eines abgekürzten Kegels haben, vor der Rhede von Cherbourg zu versenken. Diese Anzahl wurde aber von den Marine-Officiers auf 64 herabgesetzt, und ihre Entfernung auf 50 Toisen bestimmt. Cessart wollte (Fig. 4.) die Basis je zwoer Kegel höchstens 18 Schuh auseinander legen. Von einem Kegel zum andern, und in den Kegel selbst, sollte ein Steinwurf (Fig. 4.) eingeschüttet werden. Des Kegels Gipfel sollte sich 14 Fufs über die ordinäre Fluth (*e* Fig. 3.) erheben, und fünf Fufs über die Springfluth (*f* Fig. 3.). Dann sollte jeder Kegel mit Steinen angefüllt werden, und vom niedrigsten Meere (*c* Fig. 3.) aufwärts ein mit Pozzolan-Mörtel verbundenes Mauerwerk erhalten, welches in Fig. III. angedeutet ist. Damit die Steine nicht herausrollen, wurde das Sparwerk oder die Ribben **) eines Kegels inwendig mit Balken verschalt. Man hoffte, dafs sich an das Holzwerk eine Menge Muscheln ***) Schaalthiere und Meergras ansetzen würde, welches gleichsam die Kegel mit einer Kruste umgeben müfste. Von dem Pfahl- oder Seewurm der das Holz zernagt, und sich darinnen Zellen macht, hatte man damals auf der Rhede von Cherbourg nichts zu fürchten; daher versprach man sich von der beschriebenen Bauart eine erwünschte Dauer. Da die gröfsten Wellen, nach der Beobachtung Cessarts, nur bis zu einer Tiefe von 14 bis 15 Fufs ihre Wirkung ausüben, so würde, nach dieser Voraussetzung der unte-

*) Die Zeitungen aller Nationen waren damals 1783 bis 1784 voll Lobeserhebungen von diesen Kegeln; man sprach von denselben in Süden und Norden. Würde wohl ein einfacher Steinbau so oft erwähnt worden seyn?

**) Das Holz war 8 bis 12 Zoll kantig, und 22 bis 26 Fufs lang. Das Sparwerk wurde ineinander gelascht.

***) Sie wurden ausgestreut. Cessart sagt 1787 in einem Memoire: L'on s'occupe maintenant à semer dans toute la circonference extérieure du cône beaucoup de moules vives, qui seront baignées de la mer, qui s'attacheront à la charpente.

re Theil der Kegel wenig von den Wellen gelitten haben. Jeder Korb Fig. III. hatte eine Basis von 154 französischen Schuh im Durchmesser. Der obere Diameter betrug 60 Fuſs, so wie die verticale Höhe, und der Flächeninhalt der Basis machte 17,678 Quadratfuſs. Das Füllmaterial wurde zu 2340 Cubicktoisen und zu 93,366,000 Pf. angeschlagen. Dasjenige, was zu der Versenkung des Kegels darin geworfen wurde, betrug 1,026,000 Pf. der Kegel selbst war aber zu 1,623,000 Pf. berechnet, also die ganze Last 96,015,000 Pfund. Zur Ausführung glaubte Cessart 250 Zimmerleute, 20 Schmiede, und 200 Steinhauer oder 680 Arbeiter zu gebrauchen. Zum Steinbrechen und dem Transport der Steine aber 400 Arbeiter, 100 Pferde, 30 Aufseher und 24 Fahrzeuge, die man chasse-marées nennt, wovon jedes 7 Cubickklafter Steine trug. Diese Entreprise wurde zu 23 Millionen, jeder Kegel zu 360,000 Livres angeschlagen, und die jährliche Unterhaltung der 64 Kegel 38,400 Livres.

Von einem Kegel zum andern, dessen cubischer Inhalt 2400 Cubicktoisen betragen sollte, wollte Cessart eine 72 Schuh lange Kette ziehen, und so die Rhede gegen das Einlaufen der feindlichen Schiffe schlieſsen. Die Kegel selbst sollten mit einem Steinwurf umgeben werden (Fig. III.) um sie gegen den Angriff der Wellen zu schützen.

Nachdem im Jahre 1782 ein Versuch mit der Versenkung eines Kegels von 36 Schuh Höhe, bey Havre, gemacht worden war, welcher glücklich ausfiel, und der in dem Werke von Cessart: Description des travaux hydrauliques Tom. II. p. 182 beschrieben ist, wurde nordwestlich von Cherbourg der Zimmerplatz bey A T. 58., worauf die Kegel gezimmert wurden, etablirt. In einem Kreise, dem untern Umfange eines Kegels gleich, waren zwey Reihen 10 Schuh langer Pfähle eingerammt, worauf man die Schwellen des Kegels legte. Während der Ebbe konnte an den Kegeln nur gearbeitet werden, denn man muſste die Fluth benutzen, um die Kegel flott zu bekommen, also eine Baustelle wählen, die von der Fluth bespühlt wurde. Ein solcher Korb hatte keinen Boden (Tab. 58. Fig. 3. und III.) damit er sich bey ungleichem Meeresgrund doch ziemlich horizontal setzen, und der hydrostatische Druck des Wassers den möglichst geringsten Widerstand, bey seiner Senkung, ausüben konnte. Um ihn flott oder schwimmend zu erhalten, wurden 90 Tonnen (Fig. 8. und 14.) angebracht; doch davon unten das Weitere! Zur Aufbewahrung dieser Tonnen war ein Wasserbehälter ohnweit des Zimmerplatzes ausgegraben. Alle Holz- und Eisentheile wurden beym ersten Kegel gewogen, ehe man sie gebrauchte, um das ganze Gewicht eines Kegels bestimmen zu können. In dem Zwischenraume der zwo Wände des Umfanges vom Kegel, welcher dazu verschalt war, wurden nach und nach 30 Cubicktoisen Steine, welches ein Gewicht von 180,000 Pfund machte, eingeworfen, damit der Kegel bey der Eintauchung schwer genug ward, um nach Ablösung der Tonnen, die ihn schwimmend erhielten, auf den Boden des Meeres zu sinken, und dem fluthenden- wogenden- und hebenden Meere gleich anfänglich zu widerstehen,

also eine Stabilität zu haben. Das Holzwerk war so weit Eichen, als der Kegel über die Aequinoctial-Fluthen hervorragte, das andere war von Buchen. Es betrug 24,000 Cubickfuſs. Jeder Kegel wurde mit einer Gallerie, die in Fig. 14. sichtbar ist, umgeben.

Die Aufrichtung der einzelnen 90 Ribben des Kegels, von denen jede Ribbe von der andern 4½ Fuſs entfernt war, und die aus zwey nebeneinander gestellten Balken besteht, wurde vermittelst Hebeböcken, die man auf die untern Gurtungen stellte, welche an dem Umfange des Kegels und innerhalb der Ribben vermittelst groſsen eisernen Schrauben und Bolzen befestiget sind, aufgehoben, oder man wählte dazu auch einzelne Richtbäume, die man auf die Gurtungen und Ribben befestigte. Diese Bolzen wogen 900 Zentner, und ihre Länge betrug 24 bis 42 Zoll, und der Durchmesser 15 bis 22 Linien. Die Schwere eines Bolzens war 15 bis 33 Pfund. Cessart hatte über ihren Widerstand Versuche angestellt, welche ergaben, daſs ein Bolzen, von 15 bis 20 Linien im Durchmesser, der auf seinem Ende aufgelegt war, eine Last von 3000 Pfund trug, ehe er brach. Jede Ribbe bestand aus 5 bis 6 Stücken, von 23 bis 29 Fuſs Länge. Wie dies Zimmerwerk im Detail ausgeführt war, dessen Erklärung viele Kupfer erfordert, findet der Ingenieur in dem angezeigten Werke des Cessart. Die Ribben des Kegels wurden auf 60 Grad mit der Basis schräge gestellt, weil Cessart gefunden hatte, daſs die aus Stein bestehende Füllmasse nur einen Druck von 6 Pfund auf den Quadratschuh des Kegelumfanges ausüben würde.

Cessart hatte zu Havre mit der Transportation eines Kegels, (im Wasser) welcher auf Tonnen gesetzt wurde, einen erwünschten Versuch gemacht. Indessen war diese Operation bey den gröſsern Kegeln, wo 3700 Zentner balancirt oder in einem horizontalen Stande fortbewegt werden muſsten, sehr schwierig, und erforderte die Anwendung kluger, durch die Erfahrung begründeter Maaſsregeln. Es wurden zur Flotthaltung des Kegels zwey Reihen von leeren Tonnen *) mit groſsen Seilen angebunden, die eine aus 32 Tonnen bestehende Reihe an der äuſsern Seite des Umfanges, und die andere aus 28 Tonnen bestehende, an der innern Seite dieses Umfangs oder des Zimmerwerks. In der innern Basis des Kegels wurden die an die Ribben befestigten Seile ins Kreutz gezogen, und mit einem aus einem Kabeltaue **) bestehenden Kranze, dessen Durchmesser die Hälfte des Durchmessers von der Oberfläche des Kegels hatte, verbunden. An diesem Kranz wurden kleinere Tonnen befestigt. Aehnliche wurden auch hinter den innerhalb angebundenen groſsen Tonnen befestigt.

*) Jede groſse Tonne war 12 Fuſs lang, und hatte 6 Fuſs im Durchmesser, sie wog 3500 Pfund. Alle Tonnen muſsten, vermöge des hydrostatischen Drucks, die Last des Kegels von zwey Millionen Pfund tragen.

**) Die Taue, welche zur Befestigung der Tonnen dienten, muſsten dem auf diesen ausgeübten hidrostatischen Druck des Wassers widerstehen. Cessart schloſs aus dem Widerstande, den ein 20 Schuh langes Seil von 7″ im Umfange ausübt, zu dessen Zerreissung 500 Zentner erfordert werden, daſs die 68 Kabeltaue womit die Tonnen befestigt waren, einem Gewichte von 3,400,00 Pfund widerstehen würden; folglich war noch über eine Million Pfund Ueberschuſs.

Diese Tonnen hoben den Kegel so viel als möglich in dem Wasser empor: denn um das Bugsiren oder Fortbringen des Kegels zu erleichtern, war dessen möglichst ge ingste Eintauchung nothwendig. Jede Tonne konnte nach den Versuchen 28070 Pfund tragen, trug aber nur eine Last von 22320 Pfunden, und wurde, mit diesen beschwert, vermittelst einer Chaloupe, an die vier Ruderer arbeiteten, während einer Minute 15 bis zwanzig Toisen weit forgeschleppt (bugsirt). Rechnet man zu dem Gewichte der Last noch die der Tonne und der Seile, so erhält man ein Gewicht von 28,070 Pfunden, und für jeden Ruderer 7000 Pfund, die er auf diese Weise fortbewegte, nämlich zur Zeit der Fluth, während der Ebbe wurden aber 30 Toisen in der Minute gemacht, und während dem Stillstande des Meeres (étale) zwanzig Toisen. Zur Fortbewegung eines über zwey Millionen Pfund wiegenden Kegels rechnete Cessart also 250 Ruderer. Da eine Tonne 322 Cubickfuſs enthält, so machte ihr, bey der eingetauchten Tiefe, eine Wassermasse von 10304 Cubickfuſs Platz, die einer Kraft von 752192 Pfund gleich ist. Die angebrachten Tonnen trugen auch den ersten Kegel, der am 6. Juny 1784 versenkt wurde, wagrecht, und zerstreuten den Anschlag der Wellen auf ihn, vollkommen.

Ehe diese Tonnen angebracht werden konnten, muſste der Kegel selbst auf der Baustelle flott seyn, und von der Fluth gehoben werden. Er wurde — um seiner Zimmerung eine gröſsere Haltbarkeit zu geben, um ferner die Seile, die an demselben befestigt und mit den Schiffen die ihn fortschleppen sollten, in Verbindung zu bringen; und solche nicht an einigen einzelnen Theilen des Kegels zu befestigen, sondern vielmehr an mehrern Punkten — mit zwey der stärksten Kabeltaue (nämlich in der Nähe vor dessen Hälfte der Höhe des Kegels) umgeschlungen, und mit Hülfe von Winden zusammengezogen. An diesem doppelten Kabeltaue wurde durch einen daran befestigten Ringe ein anderes Kabeltau gezogen, und dessen Befestigungspunkte gegenüber ein zweytes. Diese zwo Kabeltaue liefen, jedes für sich, um eine an einem auf der Rhede festgelegten groſsen Schiffsanker, mittels einer daran befestigten Scheibe, und dann wieder nach dem Lande zu. Hier stand die von de Vallons erfundene Erdwinde, die von 42 Mann in Bewegung gesetzt wurde. Auf diese Weise brachten 84 Mann, vermittelst zwey Winden, den Kegel flott, und in die Rhede, wo er zum Schwimmen hinreichende Tiefe fand. Bevor er diese noch nicht erreicht hatte, wurden die Tonnen daran befestigt. Bey A auf dem Werkplatze stand eine dritte Winde, mit welcher anfänglich der Kegel nachgelassen und festgehalten werden konnte, wenn er zu schnell vorwärts, über die darunter gelegten Rollen, glitt. Das Tau, welches zu dieser Winde ging, war an einem dritten Punkte an dem den Kegel umgebenden Kabeltaue befestigt. Sobald der Kegel auf der Rhede ankam, wurden die groſsen platten Chaloupen mit 72 Ruder, Chasse-marées *) genannt, an

*) Chasse-marée ist ein Fahrzeug, welches eine Deck- und Luggertackellage oder zwey Masten hat, von welchen jedes ein Raasegel führt.

die zwo an den Kegel befestigten Kabeltau angelegt und nun wurde der Kegel so bugsirt, wie dies auf der Karte (Tab. 58.) angedeutet ist.

Bey stillem Wetter wurde der Kegel binnen einer Stunde 3 bis 400 Toisen weit bugsirt. Im November 1782 brachte man den ersten Kegel flott. Um 8 Uhr des Morgens war derselbe flott, um 1 Uhr 20 Minuten langte er auf der Stelle, wo Cessart ihn anhalten liefs, an; mittelst den Schiffen ward er jetzt weiter bugsirt, wozu 92 Minuten Zeit gebraucht wurde, so dafs er im Ganzen 4 Stunden 8 Minuten flott gewesen war, und jetzt ward er wieder, nachdem dieser Versuch glücklich ausgefallen war, ans Ufer gebracht. Mehrere Marine-Officiers glaubten, dafs zur Fortbringung eines Kegels eine Wassertiefe von 18 Schuh nöthig sey, und sie bemühten sich, die Unmöglichkeit der Fortschleppung und Versenkung desselben in Umlauf zu bringen. Zwölf junge Matrosen aus Cherbourg, und einige Seefahrer von Kauffardeyschiffen dieser Stadt, zeigten sich aber bey dem Commissair d'Harcourt, um die Unternehmung der Fortschleppung und Versenkung dieser Kegel zu bewerkstelligen, so gefahrvoll auch dieselbe seyn möge. Cessart theilte ihnen seine Ideen über diese Operation mit, und versicherte sie, dafs er sich mit den Ingenieurs, während der Versenkung des Kegels, auf der Gallerie desselben stellen würde. Die Versenkung geschah nun folgendermassen: die Tonnen und Fahrzeuge m n o q r (siehe die Karte Tab. 58.) hielten ihn über die Stelle, welche für ihn bestimmt war, flott. Die Marine hatte ihn vom Lande bis dahin transportirt; aber die Versenkung wurde von den Ingenieurs des Brücken- und Wegbaues, binnen einer Stunde, bewerkstelligt. Derjenige Kegel, welcher in der Nähe eines andern bereits stehenden versenkt wurde, ward mit diesem durch ein Kabeltau, welches um eine darauf befestigte Devallonschen Erdwinde lief, in Verbindung gebracht. So konnte man also den zu versenkenden Kegel gegen den bereits stehenden ziehen. Bey der Versenkung eines Kegels kam es vorzüglich darauf an, die Tonnen von dem Kegel zu trennen; denn wer mochte es wagen, die Taue davon abzuschneiden, da die Tonnen mittelst des hydrostatischen Druckes mit eine Kraft von 752000 Pfund emporsteigen, und jedes Fahrzeug, das sie treffen, umwerfen und durchlöchern mufsten; auch konnte das Abschneiden der Taue unter Wasser nicht anders als mit Maschinen geschehen *). Es wurden daher über die schrägen Ribben des Kegels 40 Pfund schwere Hackmesser (*b* Fig. 14. T. 58.) gelegt, **) die mittelst Seile *a* nach der Gallerie gezogen, und losgelassen werden konnten, um auf die Taue, mit denen die Tonnen an dem Kegel befestiget waren, zu fallen, und solche zu zerschneiden. Zweymal mufste indessen das Messer aufgezogen und herabgelassen werden, um die vom Wasser durch-

*) Es mufsten nämlich die Tonnen nach und nach vom Kegel getrennt werden; damit er so in horizontaler Lage eintauchte; ja die mehresten als die Basis des Kegels und die Tonnenreihe schon tief eingetaucht war.

**) Fig. 9. zeigt ein solches Hackmesser von der Seite, Fig. 10. von hinten, Fig. 11. von vorne, Fig. 12. dessen Durchschnitt von der Seite, und Fig. 13. wie es das Tau abgeschnitten hat.

drungene Kabeltaue zu zerschneiden, und vier Tonnen wurden beym ersten Kegel zugleich gelöst. Da der Kegel immer in einer horizontalen Lage versenkt werden mufste, so commandirte Cessart auf der Gallerie das Abschneiden der Taue, mit Fahnen welche die Farbe derjenigen Messer hatten, die herabfallen oder nachgelassen werden sollten. So wie es nun der Tonnen weniger wurden, senkte sich auch der Kegel, vermöge der in seiner Wand enthaltenen, und während des Versenkens nachgeschütteten Steinmasse, und seiner eigenen Last. Schon bey dem Abschneiden von 22 Tonnen betrug die Senkung des ersten Kegels 18 Fufs. Ich will hier noch den von Cessart in seinem Werke S. 263 angeführten, und bey der Versenkung des Kegels zugetragenen Vorfalle mittheilen. Als der Kegel 22 sich gesenkt hatte, befahl Bretonnière, die noch an dem Kegel befestigten 62 Tonnen davon zu trennen. Dies übereilte Manoeuvre konnte aber nicht mit Genauigkeit vollzogen werden, so dafs die Tonnen an der einen Seite des Kegels bereits abgeschnitten waren, während die an der entgegengesetzten Seite fest blieben, so dafs die erste Seite sich auf dem Boden des Meeres herabsenkte, während die andere blos flott war. Ein Fall den Cessart vorhergesagt hatte. Die Ingenieure beschleunigten jetzt das Abschneiden der übrigen Taue, und der Kegel senkte sich regelmäfsig auf den Grund. Man fand in diesem Kegel eine Tiefe von 32 Fufs, wiewohl Bretonnière, nach seiner Sondirung, aus welcher er stets ein Geheimnifs vor Cessart machte, zehn Schuh mehr gefunden haben wollte. Wirklich hätte man 400 Toisen mehr Meerwärts gehen müssen, um eine Tiefe von 42 Schuh anzutreffen! Nachdem die Senkung geschehen, fuhren augenblicklich eine Menge Fahrzeuge mit Steinen herbey, die man in den Kegel selbst, zum Theil durch eine in dem Umfange des Kegels gelassenen Oeffnung oder Lucke, wodurch auch die innern losgeschnittenen Tonnen aufgeholt wurden, einwarf. Cessart wollte den mit Bruchsteinen gefüllten Kegel ein Jahr stehen lassen, und dann erst ein Mauerwerk Fig. III. von 10 Fufs dick, darauf machen, welches aus Werkstücken von Granit in Porcellanmörtel gesetzt, bestehen sollte. Er rechnete zu der Ausführung des Ganzen dreyzehn Jahre.

Als im Jahre 1784 der erste Kegel eingesenkt, und mit Füllmaterial versehen war, trat gegen die Anwendung der Tonnen, der oft genannte Bretonnière auf, und schlug zur Tragung eines Kegels einige Cameele (Halbschiffe S. I. B. S. 451.) vor, welche in der That zu diesem Zwecke unbrauchbar zu seyn schienen, indem sie den Wellen und dem Wasser eine zu grofse Fläche darbieten, und wenn ein Halbschiff abgeschnitten worden wäre, so mufste sich nothwendig der Kegel nach dieser Seite stark, also schief senken. Mit Recht gab man daher den Tonnen den Vorzug. Ferner wollten die Marine-Officiere in den Kegeln grofse Oeffnungen zum Einwerfen des Füllmaterials haben, wogegen Cessart natürlich protestirte: denn diese würden das Zimmerwerk geschwächt, und das Zerbrechen des Kegels bey Stürmen befördert haben! So viele Gegner auch Cessart hatte, fanden sich doch auch geschickte

und wackere Männer auf seiner Seite. Der Generaldirector des Wasser- Brücken- und Strafsenbaues La Millière unterstützte ihn, so wie der Seeminister Maréchal de Castries, und der Provincial-Gouverneur d'Harcourt. Die Transportation der Kegel dirigirte der Equipagenmeister Grillot. Als Ingenieur waren dem General-Infpector Cessart beigegeben, die Herrn Hubert, Laroche, Duclos, Pitrou, Ferregeau, Gayant, so wie die Eleven Desfougere, Geligny, Lazousky, Tarbé und Prépetit.

Wären alle Kegel, nach dem Cessartschen Projecte, gleich mit grofsen Steinen gefüllt und oben ausgemauert; auch zwischen den Kegeln (F. 4.) ein Steinwall geworfen worden, so würden die Molen, so lange als die Holzwand gehalten hätte, gewifs Widerstand geleistet haben, und diese nur von Fäulnifs und der Aufzehrung des Seewafsers leiden können. Cessart versprach sich in seinem schriftlichen Mémoire von 1784. eine achtzigjährige Dauer davon, und dafs die obere Mauer Fig. III., nachdem sie erhärtet worden sey, ohne den Mantel des Zimmerwerks bestehen könne. Gegen seinem Willen wurden aber die Kegel nicht gänzlich gefüllt, und nur zum Theil mit kleinen Steinen; auch die Mauer blieb leider unausgeführt. Ja es wurde sogar befohlen: keine gröfsern Steine, als siebenpfündige, anzunehmen. *) Die Chikanen gegen Cessart nahmen immer zu, und der Umstand, dafs die Kegel des unebenen Bodens wegen auf 50 Toisen entfernt werden mufsten, vermehrte nicht nur die Schwäche der ganzen Anlage, sondern gab noch Veranlafsung, sie weiter zu entfernen, um zu ersparen. Die Ingenieure des Brücken- und Wegbaues suchten sie meerwärts zu alligniren; die Militär-Ingenieurs landwärts, welches die auf der Karte Tab. 58. angegebene Lage deutlich zeigt. Bei allen diesen Hindernifsen sind dennoch achtzehn Kegel versenkt worden, ungeachtet der am 7. July 1784. gesenkte Kegel bereits am 18ten von einer Sturmfluth zerschmettert worden war, welches in Fig. 3. dargestellt ist. Die fehr geringe Haltbarkeit der Kegel war gröfstentheils eine Folge von dem kleinen Füllmaterial, denn, so wie die Steine in den Körben hin und her geworfen wurden, schlugen sie gegen die Wände, und machten Oefnungen, wodurch sie alsdann herausrollten, und wo hinein die Wellen spühlten.

Am 7. July 1784. wurde der zweite Kegel versenkt. Es ward an die Westseite des ersten Kegels, welcher die östliche Einfahrt, bei der Insel Pelée, begränzen sollte, ein Flofs gelegt, und auf den ersten Kegel selbst eine Erdwinde angebracht, um den zweiten an sich zu ziehen, welcher mit einem grofsen Kabeltau an der Mitte umgeben war, und woran man das nach dieser Erdwinde gehende Kabeltau befestigte, welches nach vier westwärts liegenden Schiffen angezogen und nachgelassen wurde. Man versenkte diefen Kegel sechs Toisen von der Basis des ersten. Unglücklicher Weise wurde dessen Füllung am 18. Aug. 1784. durch die stürmifche See unterbrochen. Der erste Kegel, welcher 2730 Kubiktoifen Füllmafse hatte, widerstand voll-

*) Lettre de l'Ingenieur Dillon, in der Decade philosophique. Paris 20. ventôse an VI.

kommen den Angriffen der see; aber der zweite, welcher nur 1300 Kubiktoisen Füllmaſse enthielt, wurde in seinem obern Theil stark beschädigt. Jetzt entstand ein Geschrey gegen diese Unternehmung, welches allemal bei schwachen Regierungen sich hören läſst, wenn die wichtigsten Unternehmungen einen kleinen Unfall erfahren; wo hingegen eine kraftvolle Regierung das Genie, so wie den Mann von Kenntniſsen unterstützt, und consequent in ihren Maaſsregeln ist. Sie weiſs zu gut, wie nachtheilig das Urtheil der verständigen Zeitgenoſsen und Nachkommen ausfallen muſs, wenn sie heute einer Unternehmung Beifall schenkt, und solche nach wenig Wochen der Intrigue und dem vornehmen Pöbel Preiſs gibt. Cessart fand indeſsen noch Männer bei Hofe, die ihn unterstützten, und was der Minister Colbert dem Unternehmer des Languedocer - Kanals gewesen war, dies wurden der Marschall Castries, der Herzog d'Harcourt, und der Generaldirector des Wasser - Brücken - und Straſsenbaues La Millière unserm Cessart. Dieser letztere schrieb daher an ihn zum Troste, gleich nach dem unglücklichen Vorfall, folgenden Brief:

„L'événement fâcheux que vous m'annoncez, Monsieur, ne doit pas vous faire plus d'impreſsion qu'il n'en a produit ici sur M. le Maréchal de Castries et sur M. le duc d'Harcourt, que je viens de voir tous deux. Les fonds pour la campagne prochaine sont aſsurés, et vous aurez tout l'argent que vous pourrez dépenſer. Il n'y a rien de change à l'itinéraire de M. de Castries. Vous aurez en même temps que lui, à Cherbourg, M. M. les Chevaliers de Fleurieu et de Borda.„

Der Herzog d'Harcourt so wie der Maréchal Castries begaben sich schon am 2. Sept. nach Cherbourg, und nahmen zugleich 4 Commiſsarien mit, nämlich den Generaldirector La Millière, Perronet, Borda und Fleurieu. Dieſe Commission urtheilte einstimmig: daſs der mit dem zweiten Kegel vorgefallene Unfall nichts als ein kleines Ereigniſs gegen die Nützlichkeit dieser groſsen Unternehmung sey! Die Minister theilten diese Meinung vollkommen, und schlugen dem Könige vor, im Jahre 1785. zehn Kegel, und im folgenden eben so viel zu versenken. Dieser Unfall bewies auch, daſs die Strömung in der Nähe des Meerbodens, welche die Marine-Officiers vorgaben, nicht vorhanden war, denn die kleinen Steine waren auf dem Grunde des Meeres liegen geblieben, und doch hatte man von dieser Strömung die nachtheiligste Einwirkung auf die Kegel erwartet! Nachdem nun Cessart das Bedürfniſs des Holzes und des Eisens berechnet hatte, so überzeugte er sich, daſs es ihm unmöglich sey, das im Jahre 1785. zu der Construction von zehen Kegeln erforderliche Material beizuschaffen; daher machte er selbst den Vorschlag, die Basis der nächsten Kegel 50 Toisen, von Mittel zu Mittel, zu entfernen. Dieser ward um so eher bewilligt, als man dadurch die Unternehmung früher zu beendigen, und feindlichen Kriegsschiffen auch durch solche Oeffnungen den Eingang zu sperren hoffte. Aber La Bretonniere hatte auf diese Unternehmung einen unauslöschlichen Haſs geworfen; er lieſs aller

Einwendung von Cessart ungeachtet, im Jahre 1785. den dritten Kegel, welcher eigentlich der vierte der Reihe nach ist, 106 Toisen von der Mitte des zweiten entfernen, und nur auf Borda's Gutachten wurde zwischen diesen beiden Kegeln noch ein dritter versenkt. Der König versammelte nun am 18. Jänner 1785. einen Staatsrath, worin Cessart seine Plane vorlegte. Er befahl, diese Unternehmung fortzusetzen, und dieselbe durch die nöthigen Fonds zu sichern. Nachdem der Herzog von Artois im Mai 1786. Cherbourg besucht hatte, und in seiner Gegenwart der achte Kegel versenkt worden war, so begab sich der König nach Cherbourg. Es wurde der neunte Kegel in der Ordnung der Versenkung, und der erste gegen der Insel Pelée oder der östlichen Einfahrt zu, in seiner Gegenwart, am 23. Juni 1786. 85 Toisen von dem zuerst versenkten gesezt. Leider wurde damit diese Einfahrt zu sehr geschmälert. (I. B. S. 643.)! Im Jahre 1786. wurden 5 Kegel gesetzt, und der Steinwurf dazwischen angelegt. Der Krieg mit England ward gegen Ende 1786. wahrscheinlich, daher wurden die Arbeiten bei Cherbourg mit dem gröſsten Eifer und mit 3000 Mann betrieben. Am 9. Mai 1787. wurde der eilfte, am 21. der zwölfte, und am 31. Juni der 13. Kegel gesenkt; der letztere binnen 20 Minuten. Der vierzehnte wurde am 16. und der fünfzehnte am 30. mit eben dem Erfolge gesetzt. Bretonnière entfernte indeſsen, gegen den Beschluſs des Königs und den Reclamationen Cessarts, die Kegel auf 118 bis 144 Toisen, so daſs sie also von allen Seiten dem Angriff der Meereswogen ausgesetzt blieben. Fünf Kegel waren im Jahre 1788. auf dem Werkplatze fertig! Der Marine-Minister Luzerne befahl ihre Versenkung, aber Bretonnière bekümmerte sich wenig um diesen Befehl; nur drei wurden noch versenkt, die man bis zur Ebbe abschnitt, die übrigen zwo wurden auf dem Zimmerplatz auseinander gelegt. Das Holz und Eisen wurde 1789. für einen niedrigen Preis verkauft. Nachdem die Gipfel der drei isolirten Kegel abgeschnitten waren, so konnten die Wellen den übrigen Theil leicht zerstören, welches Cessart vorhergesagt hatte, und diese Zerstörung erfolgte auch beim ersten Sturm. Jetzt will ich auch folgendes Tableau aus dem Werke von Cessart S. 311. aufnehmen, woraus leider die kurze Dauer der Kegel hervorgeht.

Jahre der Arbeit	Anzahl der eingesenkten Kegel.	Kegel nach ihrer Lage. Siehe Tab. 58.	Entfernung der Kegel von Mittel zu Mittel.		Tag der Einsenkung	Zeit ihrer Zerstöhrung.	Dauer Kegel im Meer		
			Klafter	Fuſs			Jahre	Monath	Tage
1784	2	1	0	0	23. Juni 1786.	Im Jahr 1800.	14	9	0
		2	80	2	6. Juni 1784.	10. oct. 1789.	5	4	5
1785	3	3	25	0	7. Juli 1784.	18. Aug. 1784.	0	1	5
		4	28	5	15. Mai 1786.	15. oct. 1789.	3	5	0
		5	59	2	7. Juni 1785.	1. oct. 1789.	4	3	24
		6	64	5	21. Juni 1785.	15. oct. 1789.	4	3	24
		7	60	2	6. Juli 1785.	1. oct. 1789.	4	2	25
1786	5	8	69	5	26. Mai 1786.	20. sept. 1789.	3	3	24
		9	70	4	13. Juni 1786.	1. sept. 1789.	3	2	17
		10	78	0	25. Juli 1786.	5. sept. 1786.	0	1	10
1787	5	11	115	0	19. Mai 1787.	1. sept. 1787.	0	3	11
		12	130	2	21. Mai 1787.	Novbr. 1787.	0	6	0
		13	137	3	3. Juni 1787.	1. oct. 1787.	0	4	0
		14	144	2	16. Juni 1787.	oct. . 1787.	0	4	0
		15	139	2	30. Juni 1787.	septbr. 1787.	0	3	0
1788	3	16	287	4	22. Mai 1788.	Juli . 1788.	0	2	0
		17	254	2	6. Juni 1788.	Juni . 1788.	0	0	2
		18	204	2	19. Juni 1788.	septbr. 1788.	0	3	0
	18.								

So war also die unternehmung der Kegel gescheitert, welches eines Theils dem umstande zuzuschreiben ist, daſs man sie zu weit entfernte, und andern Theils, daſs ihre Füllmaſse nicht aus groſsen steinen bestand, und endlich, daſs man sie nicht mit einem aus groſsen steinblöcken zu bestehenden Fuſs (bis etwa zur Ebbe) umgab, woran sich die wellen hätten brechen müssen. Es wurde nun beschloſsen: hier einen Molo von groſsen steinblöcken aufzuschütten. Nach Cessarts vorschlag (S. S. 330. seines werkes) sollte derselbe erst bis zur niedrigsten Ebbe gehen, dann über die Fluth hinaufgeführt werden *). Dieſer Steindamm erhielt eine innere Böschung, deren Basis der Höhe des Dammes gleich war, wo hingegen das Meer die äuſsere dergestalt abrollte, daſs ihre Basis das zehnfache der Dammhöhe erreichte. Freylich hatte man bis dahin auch wieder zu kleine steine genommen, und ich bin nach der Erfahrung, die uns die holländischen Dämme darbieten, überzeugt: daſs eine $3\frac{1}{2}$ schuhige Böschung hinreichend seyn wird, wenn man in dem obern Theil der Böschung groſse steinblöcke etwa 30 — 100 cubikschuh und darüber anwendet.

*) Die Gründe, welche ich im 1. Bande S. 644. bey der Beschreibung des Hafens von Cherbourg angeführt habe, bestimmen mich, die Höhe dieses Dammes zu $\frac{1}{3}$ der Fluth anzunehmen. Den obern Theil würde ich aus einer Balkenverbindung bestehen lassen und die Fächer mit groſsen Steinblöcken, kleinen Steinen, cementmörtel, gewölberartig, füllen, um demselben eine innige Verbindung und Stabilität zu geben.

Zu solchen Maaſsregeln möchte sich ohne zweifel die Regierung entschlieſsen, da im Jahre 1804. die auf dem Meerdamm errichtete Batterie eingestürzt ist. Auch wird die verlängerung des Meerdammes bis zum Felsen Chavagnac nothwendig seyn. S. 1. B. S. 645.

Von 1788. an, also vom Jahre, wo man die Kegel aufgab, bis zum 1. Octob. 1795. waren zwischen den 18 Kegeln 155, 477 Kubiktoisèn Steine geworfen; vorher 226, 311 Kubiktoisen innerhelb und neben den Kegeln; so daſs die Steinmaſse dieses Dammes bis dahin 381788 Kubiktoisen betrug.

Die Kosten beliefen sich bis zum 1. April 1791:

Das Eisen und Holz der 18 Kegel	2,462,369	livres	95	sous	6	d
Arbeitslöhnungen aller Art	1,560,560	—	9	—	9	
Steinschüttungen in den Kegeln und auf den Damm	14,880,074	—	2	—	5	
Nebenanslalten, als: Magazine, Casernen, Gebäude	2,359,489	—	5	—	10	
Bauführung	395,926	—	13	—	4	
	21,658,420 *)					

Wahrlich eine kostbare und lehrreiche Unternehmung, womit ich die Beschreibung der Meerdämme beschlieſse, nachdem ich bemerkt habe: daſs zu den merkwürdigen Meer- und Hafendämmen die am Texel angelegten gehören, welche aber bereits im 1. Bande S. 649. u. s. w. beschrieben sind. Ich komme also zu den *Kaymauern.*

§. 175. Die *Kaymauern* bilden die künstlich befestigten Ufer eines Hafens, Bassins, Canals, oder eines schiffbahren Flusses. Ihrer Kostbarkeit wegen werden sie selten anders, als in volkreichen Städten oder Handelsplätzen angelegt. Da sie auch zum Verkehr bestimmt sind, so sollte längs denselben eine 40 bis 60 Fuſs breite Straſse hinlaufen, an welcher in den Handelsstädten die Magazine und Waarenlager stehen mögen.

Der hölzernen und maſsiven Kays Bauconstruction hängt sowohl von den Baumaterialien, die man anwenden kann, als auch von dem Grunde, worauf sie errichtet werden, und von der Geschwindigkeit des längs denselben flieſsenden Wassers ab. Der Ingenieur muſs daher diese sowohl, als den Grund kennen, und die vorhandenen Geldmittel zu benutzen verstehen. Die Kays können von gut gebrannten Ziegelsteinen, wie beynahe alle holländischen Kays und die eben so dauerhaft sind, als die von Werkstücken und Bruchsteinen, erbauet werden. Damit der Schlagregen sich nicht

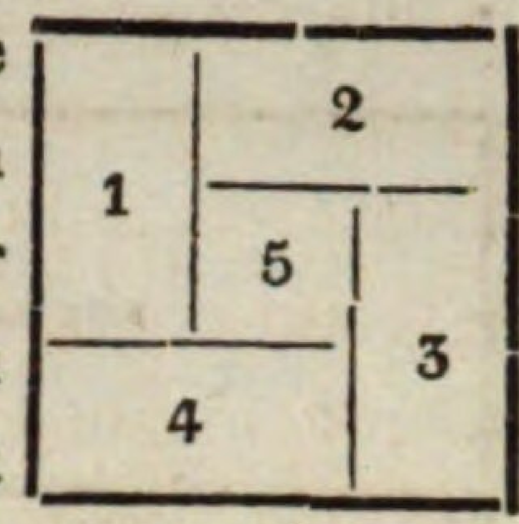
*) Ich kann hier nicht unbemekt laſsen: daſs nach einer Nachricht, die ich von einem geschickten Ingegenieur-Officier, welcher bis 1783. in Cherbourg angestellt war, habe: die Haupt-Entrepreneurs an jeder Cubikklafter Steine 28 Livres gewannen, wofür sie blos die Mühe hatten, mehrere Entrepreneurs anzunehmen. Es verlohr daher die Staats-casse bey dem Entreprise-System 2,734,304 Livres.

in die Steinporen und Mauerfugen einsetzt, welcher besonders bey einem darauf folgenden Frostwetter nachtheilig ist, und daher Moos, Mauerkraut und Schwamm erzeugt, so sollten sie keine äuſsere Böschung erhalten, sondern vorne perpendiculär aufgeführt werden, rückwärts aber Absätze bekommen. Freylich müssen sie dann sehr gut gemauert ſeyn! Sie werden ferner aufgeführt von Werk- und Bruchstücken zugleich, wie die Kays in Petersburg, welche gröſstentheils aus Granit bestehen; 3) von Bruchsteinen und Ziegeln, und endlich von Werkstücken, Ziegeln und Bruchsteinen, wie zu Dünkirchen.

Vor einigen, von denen mit Ziegelsteinen aufgemauerten und vorne mit Quadern bekleideten Kays ſetzte man ehemals noch Pfähle, auf 6 bis 18 Fuſs Abstand, damit die Schiffe nicht an die Mauer anstoſsen sollten: eine Vorsicht, die bey dem alten Kay des Hafens von Dünkirchen (Belidor 2. Th. T. XXVII.) angewendet ist. Jetzt ist man von solcher Verpfählung mit Recht abgegangen: erstlich weil die Pfähle sehr kostbar sind, und nicht lange dauern, 2) des Seewurmes wegen und 3) weil sie (in Ebbe- und Fluthhäfen) täglich trocken und naſs werden, also bald faulen. Auch können die Schiffe die Mauer nicht beschädigen, denn sie liegen entweder auf ihren Ankern, oder sind in einiger Entfernung von dem Kay befestiget. Stoſsen sie auch wirklich an die Kaymauer, so hat das nicht viel zu sagen, wenn nur die Schiffsringe, welche in derselben stecken, und woran die Schiffe festgebunden werden, nicht hervorstehen. So hat man z. B. zu Dünkirchen an dem neuen Kay die Anbinde-Ringe auf eine nachahmungswerthe Art befestiget. Hier steht der Schiffsring *e f* (T. 67. Fig. 6.) nicht vor der Mauerfläche hervor, sondern er befindet sich in der Aushöhlung *e h* des Steines, und besteht in einer gekrümmten eisernen Klammer *f e f*, welche in die Mauer eingelassen ist.

Eine unnöthige Geldverschwendung sind noch die in Bley eingegossenen eisernen Klammern, womit die Werkstücke an den vordern Kaywänden und auf der Decklage befestiget sind, F. 4. Tab. 67. *) Diese Klammern wurden nicht nur häufig gestohlen, sondern das Eiſen rostete und splitterte ab. Auch war diese Vorrichtung sehr kostbar. Freylich wurde sie deswegen nöthig, weil man sich kleiner Werkstücke bediente. So sind z. B. die Steine der berühmten Mauer von *Havre*, digue de l'enceinte (von *a* nach *b* Tab. 59.) in dem Theil, den die Militär-Ingenieur aufgeführt haben, nicht über zwey Schuh lang. Von den Decklagesteinen sollten aber einige die Länge von 4 bis 6 Fuſs, die Dicke von 2 bis $2\frac{1}{4}$ Fuſs, und eine Brei-

*) Bey allen Wasserbauwerkern sollte man sich der Metalle so wenig als möglich bedienen, denn das Seewasser verkalcht sie, wie ich an den Seeuferbauwerken vor den frieſischen und seeländischen Deichen und an dem Eisenwerke an der Schlyker-Schleuse gesehen habe. Insbesondere sollte man nie zweyerley Metalle miteinander verbinden, denn wo sich Eisen mit Kupfer berührt, wird jenes occidirt, und sogar in einen Brey aufgelöst.



te von $2\frac{1}{2}$ bis 4 schuh haben. Der befste verband für die Decklage ist wohl der nebenstehende, welcher ein viereck, aus fünf steinen bestehend, darstellt. Der kleinste stein 5 ist 9 Quadratschuh in der oberfläche. Auf diese weise ist die Decklage des neuern Kays zu Dünkirchen construirt; ohne alle eisernen Klammern, und sie hält sich vortrefflich. Wird der Kay blos von ziegelsteinen aufgeführt, so werden die ziegel in der oberfläche auf die hohe Kante gesetzt, d. i. Rolllagen gemacht. Die Fugen mütsen mit gutem cement oder noch besser mit Pozzelan-Mörtel ausgestrichen seyn. Hinter dieser Decklage wird der Kayplatz oder die Kaystrafse mit steinen, die oben 144 Quadratzoll Fläche, und 14 bis 16 zoll Höhe haben, gepflastert. Sie werden in sand eingesetzt, so dafs sich alle steine berühren, und so wenig sand als möglich zwischen ihnen bleibt.

Die verbindung von den werkstücken an der vordern seite einer Kaymauer, nach dem Bassin oder Hafen, ist keineswegs gleichgültig. Sie mufs dergestalt verfertigt werden, dafs die Fugen zweyer steinlagen nicht horizontal noch vertical in einer Linie fortlaufen. Ein Beyspiel von guter verbindung ist in T. 67. Fig. 14. dargestellt, woselbst die steine 1. 2. 5. u. s. f. länger wie die übrigen sind. Auch die Kaywände Fig. 17. und 24. geben treffliche Beyspiele in Rücksicht der verbindung von den werkstücken ab. Solche künstliche Fügung ist jedoch nur da nöthig, wo die Kaymauer hoch ist, und viel vom Eisgange zu leiden hat. Bey kleinen Mauern, und solchen, die nicht vom Eisgange angegriffen werden, oder zu denen man grofse werkstücke haben kann, mögen die horizontalen Fugen immer nach einer Richtung fortlaufen, aber nie die verticalen. Diese letztern in Gestalt von schwalbenschwänzen zu machen, ist nicht rathsam; denn bey der Ausführung macht es zu viel schwierigkeit, dergleichen steine zu lagern. Vorschriften der Art lassen sich leicht aufs Papier setzen, aber in Praxis sind sie nicht gut ausführbar. Auch die Coehornsche Methode: die steinlagen senkrecht auf die Mauerschräge zu legen, hat in der Ausübung ihre Nachtheile; doch wir wollen dies beym schleusen- und Brückenbau näher untersuchen.

Die Dicke der Kaymauern hängt nicht sowohl von der Natur des dahinterstehenden Erdreichs, sondern auch von der Art des Mauerwerks und der Höhe der Mauern ab. Und in dieser Hinsicht scheint von der Theorie keine allgemein geltende Regel bestimmt werden zu können. Ich werde also davon beym schleusenbau handeln, und gebe hier nur Beyspiele von der Dicke einiger merkwürdigen Kaymauern.

Im Pariser - Maafs.

Kaymauern	Gattung der Steine	Höhe der Mauer Fufs	Zoll	Die Böschung der vordern Wand verhält sich zur Höhe	obere Dicke Fufs	Zoll	Dicke an der Grundfläche Fufs	Zoll
Alte Kaymauer am *Dünkircher* Hafen. Tab. 67. Fig 4.	Von Bruchsteinen, Ziegelsteinen und Werkstücken ...	24	0	1 : 7	8	0	9	8
Neue Kaymauer daselbst.. Tab. 67. Fig. 6.	ibidem ..	24 (von *d* an)	0	1 : 12	9	—	12	6
Mauer am Canal bey *Caen.* Tab. 67. Fig. 7.	Von Bruch - und Werkstücken.	20	6	1 : 12	3	9	7	0
Kay der *Goldschmiede* in Paris bis zur Linie *i. k.* ... Tab. 67. Fig. 18.	ibidem ..	21	—	1 : 25	6	3	9 (von *l m i k*)	
Kay *Pelletier* zu Paris bis zur Linie *i. k.* Tab. 57. Fig. 16.	ibidem ..	23	0	1 : 24	5	4	9	4
Kay an der Seine vor Rouen.	ibidem ..	14	0	1 : 7	4		9	6
Neuester Kay in Paris am rechtseitigen Ufer der Seine *)	ibidem ..	28	2¼	1 : 7	7		12	6⅛
Eben daselbst am linkseitigen Ufer **)	ibidem ..	30	1	1 : 6⅓	7	5½	11	6

Was die Dicke und das Verhältnifs der Ausladung von den Kaymauern betrifft, so ist unter diesen die bey Caen diejenige, welche die gröfste Oeconomie gewährt. Sie ist indessen an einigen Stellen stark gesunken. Einige Ingenieure haben ihre geringe Stärke getadelt, andere haben dem Fundamente den Einsturz beygemessen, welches letztere wohl gegründet seyn dürfte.

§. 176. *Von den Strebepfeilern.*

An den Kay - oder Revettements - Mauern bringt man auch Strebepfeiler in einer gewissen Entfernung an, welche den auf die Mauer drückenden Erdkörper theilen, und zur Stabilität der Mauer selbst beytragen sollen. *Belidor* setzt ihren Abstand von Mittel zu Mittel, doppelt so grofs als die Dicke der Mauer an der Grundfläche, Arch. hydr. 2 Th. §. 353. und deren vordere Breite $\frac{3}{4}$, die hintere aber die Hälfte der Dicke. Diese Angabe ist indessen viel zu grofs, wie Theorie und Erfahrung lehren,

*) Dieser an der Brücke von Jena anstossende Kay ist mit Kästen fundirt, die auf Grundpfählen ruhen. Dieser Kay hat auf jeden dritten Theil der Höhe zwey Absätze, jeden zu 8 Zoll, 6 Linien, unten aber einen Sockel von 2′ 8″ 6‴ Höhe, und 14′ 8″ 4‴ Dicke, welcher auf den Kasten ruht. Der Kay hat eine Länge von 480 Fufs.

**) Diefer Kay stöfst an das linkseitige Widerlager der Brücke von Jena, er ist auf einen Pfahl - und Schwellrost gegründet. Dessen Sockel ist 12′ 6″ dick, und 1′ 4″ hoch. Beyde Kays sind, wenn ich nicht irre, vom Ingenieur Lamandé erbauet, der auch die Brücke von Jena ausführt.

und ich werde bey den Schleusenmauern, wohin diese Materie geeignet ist, die Sache näher erörtern. Hier bemerke ich nur: daſs man an der neuen Kaymauer des Hafens von *Dünkirchen* die Strebepfeiler auf 36 Fuſs Abstand gesetzt hat, das ist das dreyfache der Mauerdicke an ihrer Oberfläche, Sie sind sechs Fuſs lang, acht Fuſs breit an der Wurzel, und fünf Fuſs an dem Ende.

Beschreibung einiger merkwürdigen Kays.

§. 177. Die neuen *Kaymauern zu Dünkirchen* Fig. 6. Tab. 67. und 63., welche um das Bassin *a* T. 63. von 1789 — 1791., längs dem Hafen aber von *f* bis *i* auf 300 Toisen, von 1786 — 1792., aufgeführt sind, bestehen aus einem Revettement von Werkstücken, welche eine Art Marmor, aus den Brüchen von Boulonnais sind, und woraus auch der Kalk gebrannt ist. Hinter diesem Revettement ist eine Mauer von Ziegelsteinen, 18 bis 24 Zoll dick, aufgeführt; wozu man sich guten Cements bediente. Der übrige Mauertheil besteht aus Bruchsteinen und Ziegelstücken mit gewöhnlichen Mörtel gemauert. Der Theil der Ziegelmauer vom Boden bis zur dritten Steinlage ist mit Traſsmörtel gemauert worden. Vor der Mauer steht eine Pfahlwand, bis zum niedrigsten Wasser, worüber eins Holbe *d* liegt. Jede Längentoise dieses Kays hat 3500 Livres gekostet. Er ist mit Sorgfalt aufgeführt und ein Beyspiel, wie man dergleichen Mauern, auf einen festen Grund, ohne einen Rost zu machen, anzulegen habe.

§. 178. Der *Kay zu Caen* (F. 7. T. 67.) ist von dem vorhergehenden darin unterschieden, daſs man ihn auf einen liegenden Balkenrost *b c*, des nachgebenden Grundes wegen, aufgeführt hat. Betrachtet man dieses Profil, so ist es klar, daſs der vordere Theil mehr als der hintere, wegen der gröſsern Körpermasse und der schweren Quadersteine, auf diesen horizontalen Rost drücken muſste. Senkte sich derselbe, vermöge der Schwere der Mauer, in den Boden ein, wie geschah: so muſste nothwendig sein vorderer Theil tiefer darin eindrücken als der hintere. Ehe indessen diese Senkung statt finden konnte, muſsten die Holben *a* und die darunter stehende Pfahlwand sich vorwärts geschoben haben, weil die eine Steinlage auf der Holbe ruhte. Vielleicht ist der Grund vor der Pfahlwand nicht fest genug gewesen? Es entstand sonach eine Trennung der Mauermasse; sie neigte sich über und stürzte ein. Hätte man aber unter dem horizontalen Schwellroste einen Pfahlgrund gerammt, so würde nicht die Senkung des vordern Theils der Mauer und also auch nicht die Trennung und der Einsturz erfolgt seyn. Folglich haben diejenigen französischen Ingenieure, welche dem schlechten Fundamente und nicht dem kleinen Profil, den Einsturz der Mauer beygemessen haben, die Sache richtig beurtheilt. Wir sehen sonach aus diesem Beyspiele, daſs man es selten und nur bey dem festesten Grunde, worin die Pfähle schwer eindringen, als z. B. beym Töpferthon, Kiesboden und Tuf an einem Pfahlgrunde fehlen lassen darf, und ich werde noch öfters Gele-

haben, zu zeigen: daſs die horizontalen Schwellroste bey ähnlichen Bauwerken keine hinreichende Festigkeit versprechen, so sehr man ihnen auch, in neuern Zeiten in Frankreich und Deutschland, geneigt ist.

§. 179. Die Construction der Kaymauern *Pelletier* und de l'*horloge* zu *Paris* (Tab. 67. Fig. 16. 17. 18. 24.) sind vorzüglich wegen ihrer Kühnheit und Oeconomie merkwürdig. Da die an dem Ufer der *Seine* stehenden Häuser nicht abgebrochen werden konnten und die Kaystraſsen, des Verkehrs wegen, vergröſsert werden sollten: so muſsten diese Kaymauern mit einer Ueberkragung versehen werden. Der Architect Patte in seinen Memoiren (p. 215.) hat die Nachrichten, welche ihm von dem Architecten Moureau, über diese Bauwerke, mitgetheilt worden sind, drucken lassen und ich will aus diesen folgendes entlehnen:

Der Kay *Pelletier* (F. 17. und 18. T. 67.) wurde zuerst von dem Architecten Bullet i. J. 1675. erbaut. Ueber des Project desselben waren die Pariser Baumeister verschiedener Meinung, und mehrere behaupteten geradezu: daſs es nicht ausführbar sey, so nützlich es auch zu seyn schiene. Ohngeachtet dieser Einredungen führte es dieser geschickte Architect aus und der Kay steht noch jetzt zur Freude aller Kenner, ohne eine Beschädigung erlitten zu haben. Wir wollen ihn jetzt näher kennen lernen. Er ist fünf Schuh von *i* bis *a* Fig. 18. überwölbt oder übergekragt, und hat in seiner gesammten Länge 34 Abtheilungen Fig. 17; jede Abtheilung zu 12 Fuſs 3 Zoll breit. Er hat weniger Vorsprung als Höhe und jener ist ein Zirckelbogen, dessen Halbmesser 4 Fuſs 4 Zoll hat; dessen Chorde ist 6 Fuſs. Jede Abtheilung besteht aus zwey Reihen Keilsteinen *e* und *d*, F. 17. die alle nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte geschnitten sind, der in der Spitze eines gleichseitigen Dreyecks liegt, dessen Seiten 12 Fuſs 3 Zoll haben. Die obere Reihe Keilsteine *e* besteht, in jeder Abtheilung, aus acht Werkstücken, und die untere *d* aus sieben. Unter dieser letztern Reihe liegt noch eine Lage Steine *c*, mit Horizontal- und Vertical-Schnitten. An den zwo Seiten jeder Abtheilung liegen starke Lagerstücke *a* *b*, als umgekehrte Keile übereinander. Das erste Lagerstück *a* besteht aus zwo gleich groſsen Steinen, von der Dicke der Keilsteine. Das zwote *b* besteht aus zwey gleich groſsen Steinlagen, wovon die obere Lage *b* mit einem, die untere aber mit zwey Steinen gelegt ist. Jedes dieser Lagerstücke ist unten 3 Fuſs 6 Zoll breit. Sie geben der ganzen Construction eine Festigkeit, die wir an dieser Kaymauer antreffen. Nachdem dieselbe bis zur Ueberkragung aufgeführt war, wurde die erste horizontale Werkstücklage *c* gelegt. 2) Alsdann wurden die Widerlagestücke *b*, 3) dann die Keilstücke *d* und endlich die zwo Widerlagestücke *a* gelegt. Um dieser letztern eine unverrückbare Lage zu verschaffen, weil von ihnen die Haltbarkeit des Ganzen abhängt, so wurde ihnen eine Länge von sieben Schuh gegeben, wie Fig. 18 zeigt. Sie erhielten eine Höhe von 17 Zoll. Auch ist noch 8 Zoll vom Ende eine starke

eiserne Klammer *g* angebracht, die das Widerlagestück *b* mit umfaſst. *) Um dieses unbeweglich zu lagern, wurden zweyärmige eiserne Ziehbände *h l*, von neun Schuh lang, mit einem Knie *l* angebracht. Nachdem nun so die Widerlagstücke *a* auf der gesammten Länge des Kays befestiget waren, wurden die Keilstücke *e* aufgesetzt, von denen der vordere Theil durch die Widerlagstücke *a b* und der Wurzel von der Bruchsteinmauer gehalten, so wie das Ganze von den untern Steinlagen getragen wurde.

Es ist übrigens bemerkenswerth, daſs die Keilstücke *d* und *e* nach solchen Schnitten gehauen sind, die man auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt construirte; daſs also auch die Seiten der Widerlagestücke *a* und *b* in demselben Mittelpunkte, worin sich die Keilstücklinien vereinigen, treffen. Auch muſs noch bemerkt werden, daſs das Ziehband *h l* und die Klammern *g* in die Widerlagestücke *a b* eingelassen sind, wie es Fig. 17. zeigt. Den Kay zu vollenden, wurde der Kordon *k* und das Geländer *f* aufgeführt; endlich machte man die Sandfüllung und das Steinpflaster. Zu dem gesammten Mauerwerke ist Mörtel von Kalk und Cement gebraucht worden.

§. 180. *Construction des Kays de l'Horloge* zu Paris. Tab. 67. Fig. 16. und 24.

Dieser Kay wurde 1769. angefangen. Wenn dessen Ueberkragung zwar höher ist, als die des Kays Pelletier, so springt sie doch nicht so weit vor. Er ist gleichfalls aus Abtheilungen, von 12 Fuſs 3 Zoll, gemacht. Anstatt der zwey Reihen von Keilsteinen, hat er aber nur eine Reihe, oder eigentlich ist die zweyte Lage eine Verlängerung der erstern Fig. 24. Die Ueberkragung oder Ueberwölbung ist von dem Kragstein (i Fig. 16.) getragen, über welchen noch eine Platte (das Werkstück p.) liegt. Ueber dieses liegt eine zweyte Steinlage *o* Fig. 24. Jede Abtheilung ist von den Widerlagestücken *m m m* eingeschlossen, die zusammen die Haltbarkeit des Ganzen ausmachen. In dem obern Theil oder in der Ueberkragung sind die Steinlagen mit Klammern *t* aneinander befestigt. Der ganze Kay steht auf einem Pfahl- und Balkenrost, weil hier kein fester Grund war.

Vergleicht man die Construction beyder Kays mit einander, so scheint die erstere künstlicher, kühner und ökonomischer zu seyn, aber die zweyte verspricht dagegen eine gröſsere Dauer und Festigkeit.

§. 181. Einen Kay mit einem Aqueduct ist man in dem Falle genöthigt anzulegen, wenn sich kleine Bäche oder Cloacken in Bassins, Häfen, Flüsse oder Canäle ergieſsen. Man muſs nämlich diese Bäche und Cloacken von den Bassins oder Häfen trennen, und dann ist es Ersparniſs an Mauerwerk, wenn man die Bäche und Cloacken durch einen Aqueduct, der mit dem Kay des Hafens in Verbindung steht, hinleitet. Die 21. Figur Tab. 67. gibt ein Beyspiel, welches zu Caen, von dem In-

*) Siehe Fig. 18., welche ein Profil, durch die Widerlagetsücke *a b*, darstellt.

genieur Cochin vorgeschlagen wurde. Es darf wohl nicht erinnert werden, daſs man den Aqueduct mit Traſsmörtel, oder mit cement-Mörtel von Pozzelan, ausmauern müsse.

§. 182. Der Kay am Hafen von *Toulon* ist uns deſswegen merkwürdig, weil er zum Theil in eingesenkten Kästen aufgemauert wurde. *Belidor* hat diese Construction im 2ten Theil seiner Wasserbaukunst §. 850. u. s. w. beschrieben, woraus ich einen kurzen Auszug mittheilen will. Nachdem der Schlamm mit Maschinen ausgehoben war, so wurde der Boden mit Mauerschutt überworfen, um ihn regelmäſsig zu erhalten. Während diese Arbeit vor sich ging, wurden hölzerne Kästen Tab. 67. Fig. 11. 12. 13. 20. *) 60 Fuſs lang und 12 Fuſs im Lichten breit und 23 hoch erbaut. Sie wurden kalfatert und geteert, um wasserdicht zu seyn. Die Breite der Kästen betrug 4 Fuſs mehr als das darin aufgeführte Mauerwerk. Sie wurden in der Richtung des anzulegenden Kays und des Werftes auf das Wasser gesetzt, dann in dieser Lage mittelst Taue, die in denen an den Ständern *a* geschlagenen Ringen *h* geschürtzt wurden und mit Winden, die auf das Land oder Fahrzeugen standen, gehalten. Jetzt füllten die Maurer die Fache zwischen den Kielschwellen *c* mit einem aus Mörtel von Pozzelan und Kalk, Kieselsteinen und Mauerschutt bestehenden Guſs. Nachdem diese Masse geebnet war, führte man die Mauer aus Bruchsteinen, mit obigen Mörtel, zu 8 Fuſs dick auf. Deren äuſsere Seite wurde mit Werkstücken bekleidet, welche 10 bis 12 Zoll tief in die Mauer reichten Fig 5. So wie dieſe emporstieg, wurden, von derselben ab bis zur Wand des Kastens, Seitenstreben (wegen dem Druck des Wassers) eingekeilt. Die Mauerarbeit wurde Tag und Nacht fortgesetzt und die Kästen sanken auf diese Weise, nach Maaſsgabe dieselbe emporstieg. Beym Senken der Kästen wurde die gröſste Sorgfalt angewendet, damit sie sich auf die ihnen angewiesene Stelle lagerten. Um auch alsdann noch, wann ein Kasten auf den Grund saſs, mit demselben eine kleine Verrückung vornehmen zu können, wurde derselbe, nachdem er nur noch einen Fuſs vom Grunde abstand, mit Steinen beschwert, und so gesenkt. Hatte er die gehörige Lage noch nicht, so wurden diese Steine weggenommen, der Kasten stieg wieder einen Schuh empor und man gab ihm eine bessere Lage. Hatte das Mauerwerk bis auf zwey Schuh die mittlere Höhe des Meeres erreicht, alsdann lieſs man es sich setzen. Bey der Fortsetzung der Arbeit wurden die Seitenwände des Kastens weggenommen, um wieder zu einem zweyten Kasten gebraucht zu werden. Derselbe kam mit seinem Boden genau an dem Boden des erstern zu stehen. Es wurde auf die nämliche Weise das Mauerwerk in demselben aufgeführt, wobey bemerkt werden muſs, daſs es sich mit einer Verzanung endigte. Um den Zwischenraum zu füllen, oder die zwey Mauerstücke zu verbinden, dazu traf man folgende Vorkehrung: Es wurden Spundpfähle, hart längs

*) Fig 20. stellt den Grundriſs eines Theils von solchem Kasten vor. Fig. 13. ist dessen Profil, nach der Quere. Fig. 12. das der Seite, von Innen anzusehen. Fig. 11. ist eine solche Seitenwand von Aussen anzusehen. Da die nämlichen Buchstaben auf diesen Figuren gleiche Stücke vorstellen, so ist eine nähere Beschreibung der einzelnen Theile überflüssig.

den zwo Mauern, au refus, eingerammt. Der Raum, welchen die zwo Mauerabsätze gegeben hatten, der nun von der Squndwand eingeschlossen war, wurde mit Mörtel und Kieselsteinen gefüllt. Man hätte auch diesen Zwischenraum bis auf eine gewisse Tiefe vom Wasser befreyen können, sobald der Cement der Mauer schon eine Undurchdringlichkeit gab, und welches, wenn man das Mauerwerk hätte ruhen lassen können, der Fall gewesen seyn würde. Alsdann konnte der Raum ausgemauert werden! Ueber diesen Ausguſs machte man nun die Mauerverbindung regelmäſsig, führte die Mauer so hoch als nöthig war und bekränzte das Ganze mit zwey Lagen Werkstücken. Die obere Lage wurde wie Fig. 4. zeigt, construirt und mit eisernen in Bley eingegossenen Klammern versehen. Auch ist der eine Stapel bey Toulon in drey solchen Kästen aufgemauert worden, nur mit dem Unterschiede, daſs man von den gesenkten Kästen, in einer Entfernung von 6 Fuſs, eine Spundwand *a* Fig. 5, tab. 67. um diese Pfähle *b* auf 3 Fuſs Abstand, einrammte, und den Zwischenraum *a c* mit Erde gefüllt hat.

Diese letztere Methode gewährt den Vortheil, daſs durch die Seitenwände kein Wasser durchdringt; daſs man die Mauerarbeit nicht übereilen darf, wohl aber die Mauer sich setzen und erhärten kann.

§. 183. *Von den Kays auf Felsen.*

Werden die Kaymauern auf einen Felsengrund erbaut, so wird man die Vorsicht gebrauchen müssen, die untere Steinlage mit dem Felsen durch das Einhauen von Vertiefungen, und nach der Figur von Schwalbenschwänze zu verbinden. Die Construction des Leuchtthurmes auf dem Felsen Edystone T. 53. gibt hiezu die beſste Anleitung, ohne daſs ich nöthig habe, sie hier schon auseinander zu setzen, und ich verweise deswegen auf das vierte Kapitel.

§. 184. *Von den hölzernen Vorsetzen oder Holzwänden längs Häfen und Bassins.*

Holzwände, oder auch Verschalungen genannt, sollten nur daselbst angelegt werden, wo augenblickliche Sparsamkeit, oder eine schnelle Vollendung es nothwendig macht; denn sie können ungeachtet aller Sorgfalt, die man mittelst einem Anstriche von Theer und dergleichen anwenden mag, nicht lange der beständigen Abwechselung von Nässe und Trockene widerstehen. Ist nun gar der Holzwurm in dem Hafen, so sind sie nur auf 10 bis 20 Jahre haltbar, es sey denn, daſs man Eichenholz anwendet, welches auch im Freyen, wo es naſs und trocken wird, eine weit längere Dauer als Nadelholz hat. Soll nach dieser Zeit eine neue Holzpfahlwand errichtet werden, so muſs man sie vor die alte zernagte hinschlagen, und auf diese Weise wird der Hafen kleiner, es müſste denn die alte Pfahlwand ausgezogen werden. Ist aber der Ingenieur wegen Geldmangel oder anderer Localverhältnisse genöthigt, eine hölzerne Vorsetzung zu erbauen, so kann er dies auf verschiedene Weise bewerkstelligen, und ich will sonach einige Methoden hier anführen. In vielen Fällen, und besonders, wenn die Vorsetze nicht sehr hoch ist, etwa nur 12 Fuſs über die Oberfläche des Wassers hervorragen muſs, wird man sich derjenigen Methode bedienen

können, die zur Beschützung des Haarlemmer-Meeres-Ufers angewandt und B. I. S. 537. beschrieben ist. Sie wird besonders bey tockerer Erde oder einem schlammigten Boden gute Dienste leisten.

Eine andere Bauart ist die im I. B. S. 658. u. s. w. beschriebene. Sie wurde bey dem Kielplatze des Seehafens *Nieuwen-Diep* angewendet, und verdient zur Nachahmung bey dem Bau der Uferwände empfohlen zu werden. Dabey ist aber zu bemerken, daſs diejenigen schräg stehenden 17 Schuh langen Pfähle, welche den eichenen Anker halten, bis zum stehen eingerammt seyn und in festem Grunde stehen müssen, damit sie nicht nachgeben; denn von denselben hängt die Festigkeit solcher Bauwerke ab. *) In *Medenblick* in *Nordholland* habe ich die üblen Folgen von der Kürze solcher Pfähle (1798.) gesehen. Sie hatten nämlich sich hafenwärts (T. 63. bey b) überbogen, nachdem der Füllgrund eingeworfen war, die gesammte Verschalung neigte sich gleichfalls und alles muſste von neuem aufgeführt werden.

§. 185. Die *Vorsetzwände* am Hafen von *Havre*, Tab. 67. Fig. 2, 9 und 15, so wie die am Hafen von Dünkirchen von *g* bis *x* T. 63. Fig. 3, 10 und 23. Tab. 67. geben Beyspiele zweckmäſsiger Constructionen. Vergleicht man diese Grundrisse, Profile und Aufrisse miteinander, so wird ohne eine weitläufige Erklärung, die Construction verständlich seyn.

§. 186. Befürchtet man eine Unterspühlung der Ufersicherung, so wird vor der vordern Pfahlreihe, auch wohl zwischen den erstern Pfahlreihen, ein Faschinenwerk gelegt, welches man mit Mauerschutt, Kiesel und Steinen beschwert. Da, wo der Grund aus einem festen Thon besteht und der Kay nicht sehr hoch ist, bedarf man der vielen Holzverbindungen nicht, sondern man schlägt zwey Reihen Pfähle auf 10 Fuſs Abstand, Pfahl an Pfahl ein, belegt diese mit Holben; füllt den Zwischenraum mit einer Mauer von Bruchsteinen, und bedeckt dieses mit Werkstücken. Auf diese Weise ist der Kay längs dem Bassin *de la Barre* zu *Havre*, Tab. 59. von *a* nach *b*, aufgeführt worden, nur daſs man, um Pfähle zu ersparen, horizontale Planken, hinter den auf einen Abstand von etwa 4 Fuſs eingerammten Pfählen, aufeinander gesetzt hat. Ist die Wand nicht hoch und der Grund ist fest, so kann man sich mit einer Spundwand oder mit einer Pfahlwand und Gurtungen daran, begnügen; auch auf die Rostschwellen verticale Ständer setzen, diese mit horizontalen Gurtungen und hölzernen Ankern wieder haltbar machen. In Hamburg sind ähnliche Vorsätze ausgeführt, welche *Büsch* in seiner Baukunst S. 160. beschrieben hat. Wo des Holzes genug ist, als in Bayern, Pohlen, Schweden und Ruſsland, da kann man die Balken horizontal legen und Pfähle davor hinschlagen, oder auch einige Balkenreihen hintereinander legen, quer darüber andere Balken, welche man in diese einläſst, die also die hölzerne Anker machen, wenn sie wieder an verticalen Pfählen befestiget sind. Doch ich werde ja diese Materie beym Schleusenbau weiter fortsetzen!

*) Solche Pfähle sehen wir in *a a* Fig. 3. Tab. 67., und hölzerne Anker in *q* und *c*.

DRITTES KAPITEL
DER PRACTISCHEN HAFENBAUKUNDE.

Von den schiffsdocken.

§. 187.

Die Erklärungen und Eigenschaften guter *schiffsdocken*, das sind den Kammern von Schleusen ähnliche Bassins, worin die Schiffe im Trocknen gezimmert werden, so wie die anzuwendenden Grundsätze bey ihrer Anlage, werden der Beschreibung der merkwürdigsten vorangehen müssen, um dem Plane dieses Werkes getreu zu bleiben. Ehe ich die ersteren mittheile, muſs ich folgendes bemerken! Die kleinen Schiffe werden auf *Hellinge*, oder schrägen Stellagen, gezimmert. Eine *Helling* besteht aber aus eingerammten Pfählen, auf welchen Holzstücke, geneigt, liegen, deren Länge die Länge des Schiffskieles übertrifft. Ist eine solche schräge Fläche so eingerichtet, daſs darauf in der Quere Lagerhölzer, Stapelhölzer oder Stapelblöcke genannt, liegen, so heiſst die ganze Vorrichtung ein *stapel* oder *schiffsstapel*, d. i. die schräge Schiffsbaustelle. Der Bezirk, worauf sich der Stapelplatz oder mehrere Stapel und Hellinge befinden, ist das *schiffswerft* (chantier ou Attelier de construction) oder auch *cale pour la construction de vaiſseaux.* Schräge Flächen, auf denen das Holz aufgewunden wird, die auch in den Kays angebracht werden, heissen cales de quay; ich möchte sie *Aufwindflächen* nennen.

Ein Schiff vom Stapel lassen, heiſst *Ablaufen.* Die Methoden, wie die Schiffe vom Stapel gelassen werden, sind bey allen Nationen verschieden. Wer sich darüber unterrichten will, den verweise ich auf das französische Dictionnaire de la Marine, auf Rödings vortreffliches Wörterbuch der Marine, und auf la Description des trois formes, au port de Brest, par Choquet. Ich bemerke hier nur: daſs die Franzosen dabey um so vorsichtiger zu Werke gehen müssen, weil sie auf dem Werfte die Schiffe vollkommen ausbauen, welches die Holländer nicht thun. Diese lassen den Schiffsrumpf, sobald er bis auf die nöthige Höhe, um im Wasser zu gehen, bebaucht oder beplankt ist, von Stapel, und bauen den Rest im Wasser. Dieses ist auch die Ursache, warum ehemals nicht *eine* trockene Schiffsdocke in Holland existirte.

§. 188. Das Ablaufen der Schiffe zu erleichtern muſs die schräge Fläche, welche von den Stapelblöcken gebildet wird, eine Neigung nach dem Hafen haben. Sie

sollte sich zur Länge wie 1 zu 22 verhalten. Es gibt aber Stapel, deren Neigung sich wie 1 zu 12 oder gar wie 1 zu 11 verhält. Solche sind aber bey dem Gebrauch zu steil befundsn worden. Der Stapel zu Toulon hat eine Neigung wie 1 : 14 und dennoch ist er zu steil, wie Belidor anmerkt. Vor dem Stapel oder der Helling befindet sich eine *Vorhelling* (avant-cale) die niedriger als der Stapel liegt, damit das Schiff, beym Ablaufen, über dieselbe hingleiten kann; und sie mufs deswegen so tief unter Wasser liegen, als das erbaute Schiff tief geht. Oefters machte man auch den Stapel in einer fortlaufenden schrägen Fläche, so tiefliegend, wie z. B. der eine Stapel von Toulon so gebaut ist. Belidor arch. hyd. §. 857. Da die Stapel die Last des Schiffes tragen, so mufs ihr Fundament nicht nachgeben, also nach Maafsgabe der Beschaffenheit des Erdreichs eingerichtet seyn. In sofern die Schiffe auch während der Fluth gezimmert werden, und das Holz trocken bleiben mufs, so müssen solche Werfte über die hohen Fluthen erhoben liegen.

§. 189. Es gibt auch Stellen des Werftes, die aus Pfählen und Schwellen bestehen, auf denen so viel Wasser bey der Fluth steht, dafs ein leeres Schiff darauf schwimmt. Oder solche Kielplätze bestehen auch aus einem festen Thonboden! Ueber dieselben werden die alten Schiffe auf die Seite gelegt, das ist, *gekielholt*. Das Umwinden des Schiffes heifst das *Kielholen* (carener). Es wird mittelst eines am Kielplatz stehenden Krahnens; oder mit mehrern Erdwinden, oder mit den sogenannten *Bullen* (ein alter Schiffsrumpf, worauf Scherentackel angebracht sind,) bewerkstelligt. Die Schiffe müssen gekielholt werden, wenn ihr unterer Theil zunächst des Kiels auszubessern ist, und kalfatert werden soll. Wird das Schiff nur so weit umgeholt, dafs der Kiel nicht aus dem Wasser kömmt, so nennt man das eine *Halbe-Kielholung*. Also kann ein Schiff kalfatert werden, ohne es aufs Trockene, d. i. auf den Stapel zu ziehen, welches zwar zu dessen Schonung dient, indessen leiden doch auch die grofsen Schiffe beym Kielholen und dem Ablaufen; ja noch weit mehr, wenn sie ausgebessert werden, von dem Aufwinden auf die Hellinge oder Stapel. Daher hat man zur Conservation der Schiffe, zur Ersparnifs bey dem Bau und dessen Beschleunigung, solche Bezirke, in welchen die Schiffe im Trocknen erbaut, und worin die alten Schiffe schwimmend hinein, und die neuen schwimmend herausgelassen werden, erdacht; sie müssen also mit einem Thor verschlossen und vom Wasser befreyt werden können *). Solche Bassins nennen die Franzosen *Formes*, weil ihre Seitenwände nach der Form der Schiffe gebogen seyn müssen. Wir Deutsche nennen sie nach dem Englischen (Docks oder auch Graving - Docks) *Schiffsdocken*. Solcher

*) Gewissermafsen sind sie also für den Schleusenbau geeignet. In dieser Hinsicht wird auch der Leser, auf den Bau der Docken, gröfstentheils diejenigen practischen Maafsregeln, die ich zur Erbauung der Schleusen empfehlen werde, anwenden können; nur dafs der Ingenieur bey den Schiffsdocken mit gröfserer Vorsicht als bey den Schiffahrts-Schleusen verfahren mufs, wenn sie trocken seyn sollen.

trockenen Docken gibt es zu Toulon eine; zu *Brest* viere; zu Rochefort drey; zu Portsmouth sieben; zu Plymouth acht; zu Ramsgate eine; zu Liverpool fünf; zu Hull fünf; zu Deptford eine; zu Chatam vier; zu Carlscrona fünfe von den dreyſsig projectirten; zu Cronstadt einige; zu Copenhagen und Marseille *) eine; zu Carraca aber drey. Also ist der Vortheil, den solche trockene Schiffsdocken gewähren, in allen Ländern, nur nicht in Holland, anerkannt. Wer kann auch daran zweifeln, wenn er nur irgend mit der Construction eines Schiffes bekannt ist? In einer Schiffsdocke kann der Schiffsbaumeister alle Mängel eines alten Schiffes entdecken und abhelfen! Die Kielholung eines Schiffes von 76 Kanonen kostet 25000 Gulden, und in einer Docke kann das Schiff herein und herausgebracht werden, für 5000 Gulden. Wegen dem Mangel der Schiffsdocken muſsten auch in Holland vor etwa 10 Jahren vier Kriegsschiffe auseinander genommen werden, die jedes für 80,000 Gulden reparirt, also mit 320,000 Gulden zu einem Werthe von einer Million und 200,000 Gulden hätten gebracht werden können. **)

Mir sind die Beweggründe, welche dem batavischen Gouvernement ehemahls verhinderten, trockene Schiffsdocken anzulegen, unbekannt, und ich wage es also nicht, über örtliche Verhältnisse abzusprechen, sondern beschränke mein Urtheil auf die wasserbauwissenschaftliche Rücksicht. Im Jahre 1811. ist aber zu Helvoet eine Schiffsdocke von dem Ingenieur Blanken angelegt, die, bey dem geringen Steigen und Fallen des Canals vor Helvoet, vermittelst einer Dampfmaschine geleert wird, welche bis 2000 Cubickschuh Wasser in der Minute zur Höhe von 6 bis 7 rhein. Schuhen aufFördert (Allgemeene Konst en Letter — Bode N. 32. 1802.)

Endlich bemerke ich, daſs man auch *schwimmende Schiffsdocken* construiren könne, wobey der Schiffsbau sehr gewinnen müſste. Ich denke mir eine schwimmende Schiffsdocke auf folgende Weise eingerichtet. Man mache ein mit Planken gedecktes und mit einem Bord versehenes Masten- oder Balkenfloſs, von der Gröſse, welche zur Erbauung der Schiffe nöthig ist. Unter seiner Plankendecke bringe man Ketten an, in denen groſse Fässer hängen können, die nach Belieben mit Wasser angefüllt oder ausgepumpt werden; man lege ferner vier viereckigte verpichte Kästen an den vier Seiten des Floſses, unter dem Verdecke, verdünne darin die Luft, und verschlieſse sie hermetisch, um mittelst denselben das Floſs zu heben. Kurz man richte das Ganze so ein, daſs wenn eine Anzahl Fässer gefüllt ist, die Schiffsdocke für sich schwimmt, und wenn sie gänzlich leer gepumpt sind, die Schiffsdocke mit dem darauf gebauten Schiffe schwimmt. Je nachdem also das Schiff aufgebaut wird, werden die Fässer ausgepumpt. Ist das Schiff nun fertig, so werden die Fässer mit Wasser gefüllt; die verschlossenen Kästen angebohrt, das Floſs unter dem Schiffe fortgezogen, und dieses sinkt ins Wasser. Soll ein altes Schiff auf die schwimmende Docke

*) Von dieser Docke gibt Belidor §. 830. eine kurze Beschreibung.

**) In den Verhandelingen van het Bataafsche genootschap XII. Deel p. 36. u. s. w.

gebracht werden, so werden die Tonnen mit Wasser gefüllt, das Flofs taucht unter, man führt das Schiff darauf, bringt Stützen und Winden an; pumpt das Wasser aus den Tonnen heraus, und verdünnt die Luft in den Kästen. Jetzt steigt das Flofs oder die schwimmende Docke mit dem Schiffe empor; bis ihr Verdeck vom Wasser befreyt ist. So lange wird also fortgefahren, die Fässer zu leeren.

Kennt man die Schwere des Schiffes (ein Schiff von 76 Kanonen wiegt z. B. drey Millionen Pfunde); so wird eine Berechnung über die Anzahl der Fässer angestellt, wie ich dies bey der Beschreibung der Construction der Touloner-Docke zeigen werde, Man könnte auch einen Balkenkasten von der Gröfse des Flofses construiren, und ihn nach Art des Kastens, worin die Docke von Toulon gebaut ist, in einzelne Kisten eintheilen, ihn mit Seitenwänden, und so einrichten, dafs er leer ein fertiges Kriegsschiff trägt, voll Wasser aber eintaucht, und unter das Schiff weggezogen werden könnte. In Petersburg hat man eine schwimmende Docke gehabt, wie ich irgendwo gelesen habe, wenn mich mein Gedächtnifs nicht trügt, und vielleicht war diese auf eine ähnliche Weise construirt. Auch zu Carraca bey Cadix wurden die Schiffe, als die jetzigen Docken noch nicht angelegt waren, auf Pontons gekielholt *).

§. 190. Ehe ich zu den Eigenschaften guter Schiffsdocken übergehe, wird es zweckmäfsig seyn, den Leser mit ihren wesentlichsten Theilen und ihrer Einrichtung bekannt zu machen. Dies wird zum Befsten in einer Tabelle geschehen können.

Nachweisung und Erklärung von der Einrichtung und den wesentlichsten Theilen einer Schiffsdocke, auf die drey Docken zu Brest angewandt. Tab. 64.

	Fig. III.		Fig. IV.	Fig. V.	Fig. VI.	Fig. VII.
A	Die erste Docko, wenn die Thore offen sind		Elevat. v. Eingang der 1ten Docke		Profil d. ersten Docke	
B	Die zweyte Docke bey verschlossenen Theren	Grundrisse	Elevat. v. Eingang der 2ten Docke	Profil nach der Länge		
C	Dritte Docke mit einem Kriegsschiff			Profilv.d.Längeder3ten Docke m. e.Kriegsschiff		Profil d.zweyten Docke
1	Der Vorboden vor den Thoren			Profil d.Vorbodens, wie er aus 3 Reihen Holzwerk, aus Holben u. aus 2 Plankenböden besteht		
2	Anfang der Stapelrinne		Aufrifs der Stapelrinne	Aufrifs derselben nach Aussen		Elevation der Stapelrinne
3	Stapelrinne		Profil d. Stapelr.			
4			. . .	Quadersteine d.Bodens der Stapelrinne und den Schlufsstein des verkehrten Gewölbes bildend		Profil der Stapelrinne in der dritten Docke

*) Tableau de l'Espagne par Bourgoing p. 125.

Fortsetzung.

	fig. III.	fig. IV.	fig. V.	fig. VI.	fig. VII.
5	Die Thor-Drempel				
6	— schlagschwellen	Aufriſs von einem Theil der schlagschwellen	Profil d. schlagschwellen		Elevation der schlagschwellen
7	Thorkammern der Docke		Elevation v. d. Pfeilern der Thorkammern		
8	Das Thorgebind	Elevation des Thorgebinds	Aufriſs eines Thorflügels		
9	Die Kupferne-Rinne, worin die Räder der Thorflügel laufen				
10		. . .		Die Rostpfähle (pilotis)	
11	Querstützen, zum verschliessen der Thore		Löcher in den Mauern, worin d.Querstützen zu stehn kommen, und diese vorrichtung macht die		
12	Eiserne Kreuzstreben, um die Thore zuzuhalten				
13	Kurze stützen, zur schonung der eisernen Kreuzstreben		Stützung der Thore		
14	Innere-stützen, zur schonung der Thore, wenn das Meer hoch ist		Aufriſs dieser stützen		
15	Wehr in den Thorkammern		Profil dieses Wehrs		
16	Falze in den seitenwänden, zu Abdammungen		Profil dieser Falzen oder Nuthen		
17	Schrägeflächen, um das schiffsbauholz aufzuziehen				
18	Schächte, um darauf die scöpfmaschinen zu stellen		Aufriſs des kleinen canals, welcher das Wasser nach den schächten führt		
19		. . .	Oeffnung des kleinen canals		
20	Die stapelung		Aufriſs der stapelung	Profil der stapelung	
21	Erstes Oval oder erste Dockenbank		— — des ersten Ovals	Profil des ersten Ovals	
22	Erstes Banquet		— — — ersten Banquets	Profil des ersten Banquets	
23	Kranz des Revettements von Holzstücken		Aufriſs dieses Kranzes	Profil dieses Kranzes	
24	Streben, die man ansetzt, sobald das schiff auf die stapelung gelassen ist			Profil der streben	

Fortsetzung.

	Fig. III.	Fig. IV.	Fig. V.	Fig. VI.	Fig. VII.
25	Brunnenstuben des Aqueducts n. 26.	Elevation der Klappe mittelst welcher sich d. Aqueduct n.26.leert			
27	Leitungscanäle, wodurch das Wasser sich ergiefst, wenn das Schiff vom Feuer gebiegt wird				
29		. . .		Aufrifs d. stützen, die unter d. Bauchstücke des Schiffs gesezt werden	
30	Ebbelinie und				
31	Fluthlinie bey] allen Profilen				
32	Aqueduct, der d. Wasser eines Baches ableitet	. . .		Profil d. Aqueducts.	
33	Magazine von Particuliers	XII. Aufrifs der Schirmklappe, welche d. Stapelrinne verschliefst	Profil der Schirmklappe		
34	General-Bureau'				
35	Der Apueduct, durch welchen das Wasser abfliefst				
36	Schrägeflächen				
37	Die Treppen		Profil der Treppen		
38	Drittes Oval		Elevation des 2ten Ovals	Profil des 2ten Ovals	
39	Zweytes Oval		Elevation des 3ten Ovals	Profil des 3ten Ovals	
40	Zweytes Banquet		Elevation des 2ten Banquets	Profil des 2ten Banquets	

§. 191. *Die wesentlichsten Eigenschaften einer guten Schiffsdocke* bestehen darin: 1) dafs sie in der Nähe der Holzmagazine und Schmieden liegt. 2) Dafs sie geräumig genug sey, um das gröfste Schiff, welches man darin zu erbauen hat, bequem zu construiren. 3) Dafs der Zugang zu ihr frey und ungehindert ist. 4) Dafs die Materialien aller Art zu Wasser bis an dieselbe transportirt werden können. 5) Ihre Oeffnung oder Eingang hafenwärts liege. 6) Ihre Flur sey so tief, dafs darauf während der ordinairen Fluth, eine zum Auslaufen hinreichende Wassermasse steht; und so richtet sich denn die Lage der Dockenflur nach der Gattung von Schiffen. Es wäre daher vortheilhaft: in *einem Hafen*, Docken von verschiedener Gröfse zu haben, denn die kleinen Docken können nicht viel kosten, und doch ist der Vortheil,

den die Ersparnifs an zeit und Geld auswirft, wenn die schiffe in trockenen Docken gezimmert werden, grofs. 7) Sie mufs so dichte als möglich gemacht werden, so dafs kein wasser von aussen eindringt: weder durch den Boden, die seitenmauern, noch durch die sie hafenwärts verschliessenden Thore. Die hölzernen Plankenböden werden daher bey manchem Local die besten Dienste thun! So haben z. B. auch die Docken zu Liverpool und Rochefort dergleichen Böden. Das befste wird immer seyn, auf den hölzernen Boden noch einen gemauerten aufzuführen, wie zu Ramsgate und Toulon geschehen ist. Dessen Neigung oder die der stapelung, verhalte sich zur Höhe wie 1 zu 55. Damit der Kiel gleichförmig auf der stapelung ruhe, habe sie keine gröfsere Neigung; bey den Hellingen aber mufs sie, des Ablaufens wegen, grösser seyn. 8) Hieraus folgt also, dafs ihr Fundament, unter allen solchen Gebäuden, welche uns die wasserbaukunde aufstellt, zum sorgfältigsten angelegt seyn mufs. Ein gleiches gilt von den Mauern, von dem sturzbette, oder dem vorboden, und von dem umfange. Man mufs demnach den Boden, so hoch als es nur immer, wegen der wassertiefe die ein schiff gebraucht, rathsam ist, anlegen. 9) Sollen die schiffe in der Docke, auf die bequemste und wohlfeilste Art, gebauet oder auch ausgebessert werden, so mufs die innre Form der seitenmauern und Hintermauer dergestalt beschaffen seyn: dafs sich die zimmerleute daran bequeme stellagen, bis zum schiffe hin, errichten. 10) Die Höhe der seitenwände mufs so hoch seyn, dafs noch das schiff, in seinem gröfsten Querschnitt, daran gestützt werden kann, Fig. 4. T. 60. Also müssen die seitenwände, so viel als thunlich, mit dem schiffsrumpfe parallel laufen; folglich wie ein Amphitheater geformt seyn: welche Form die Grundrisse der Docken zu *Toulon* T. 60. und zu *Brest* T. 64. zeigen. Diese Form gewährt den vortheil, dafs die Docke nicht so viel wasser aufnimmt, als Docken mit geradelinigten und verticalen seitenwänden. 11) Auch mufs die Docke, wegen den stellagen oder der spreitzung, nicht zu weit seyn; aber auch nicht zu enge, damit das schiff nicht an die seitenwände anstöst. 12) Die seitenwände werden mit Absätzen (Banquets) zurück gezogen, und darin zum verkehr Treppen angelegt, wie die Grund- und Aufrisse Tab. 64. zeigen. Diese Treppen müssen aber nicht so häufig angebracht seyn, wie bey den Docken zu Rochefort, T. 65., weil sie sonst die spreitzung des schiffes unbequem machen oder behindern. 13) In der Mitte der Docke F. 1. T. 64 mufs, der Länge nach, eine vertiefung (franz. la Rigole), die Kiel- oder stapelrinne genannt, und darüber eine stapelung, auf welcher der schiffskiel ruht, angelegt seyn. Die stapelrinne mufs eine Breite von 8 bis 12 schuh haben, um den Kiel bequem auszubessern, wenn er irgend schadhaft geworden ist, denn er steht darüber auf stapelblöcke; ihre Höhe aber mag 24 zoll betragen, damit noch unter der stapelung ein enger Raum bleibt, und diese Rinne die Dockenflur trocken erhalten kann. Der Kiel biegt sich nämlich, sobald das schiff ins wasser taucht, vermöge der verschiedenheit von der Last des schiffes Hinter- und vordertheil; also wegen

des unterschiedes seiner Eintauchung, welcher bey einem Kriegsschiff von 74 Kanonen 5 Fuſs 4 Zoll beträgt. Diesen Unterschied kann man aber dadurch verringern, daſs man mehr Gewicht nach den Hintersteven bringt, und das Schiff so mit Ballast beschwert; alsdann taucht es nach der Erfahrung, wenn dieser Unterschied, womit der Hintersteven tiefer geht, 5 Fuſs 4 Zoll beträgt, 3 Fuſs weniger ungleichförmig ins Wasser. Die Mitte wird sich also 18 Zoll tiefer als der Vordersteven und so viel höher als der Hintersteven befinden. Der Kiel ist 14 Zoll hoch. Die Bogenründung der Bauchstücke fängt drey Schuh acht Zoll von der Mitte des Kiels an. Die Erhebung des gröſsten Bauchstückes ist 42 Zoll, und hier ist es breit 6 Fuſs So breit und hoch brauchte nur die Rinne zu seyn! Man macht sie aber, wie gesagt, lieber 8 bis 12 Schuh breit, wegen der Ansetzung, die an einem schadhaften Kiel nothwendig werden kann. Diese Rinne verringert beym Ausschöpfen eine Wassermasse, welche dem Product ihrer Höhe in ihrer Breite und der Länge des Dockenflurs, gleich ist; ferner läſst sich das Schiff besser spreitzen, und hierin sowohl als daſs man den Dockenflur nicht bis zum Kiel niedrig legen darf, besteht der Vortheil von der Stapelrinne. Der Schiffsbau erfährt also vom Wasser nicht den Nachtheil, den eine niedrige Lage des ganzen Dockenflurs herbey führt: ja, die Kielrinne gestattet für den Dockenflur und den Schlagschwellen der Thore, eine erhöhete Lage von wenigstens 3½ Schuh. Wo man also — bey Kammerschleusen — die nur ein Schiff einnehmen, auf eine Ersparniſs des Wassers zu sehn hat, da könnte auch wohl eine solche Kielrinne angebracht werden. Auch kann diese Kielrinne den Dockenflur vom Wasser ganz befreyen, wenn nämlich der Flur ein wenig nach ihr zu abhängig ist, und von der Seite nach der Kielrinne kleine Wasserrinnen gehn; alsdann öffnet der Dockenwärter bey jeder Ebbe die Schirmklappe (XII.) F. IV. T. 64. und verschlieſst sie sorgfältig vor der Fluth. Auf diese Weise werden die Schöpfmaschinen ganz entbehrlich, wo das Wasser nicht zu häufig in die Docke dringt. Die Kiel- oder Stapelrinne ist eine Erfindung des Ingenieurs Olivier, und zuerst bey den drey neuen Brester Docken angelegt.

Seitwärts wird das Schiff von hölzernen Streben unterstützt, welche auf den Absätzen oder *Dockenbänken* ruhn T. 54. F. VI.

Weil zum Kalfatern in der Docke Theer gekocht wird; und auch durch Zufall Feuer auskommen kann, so muſs 14) an der Docke eine Prahmspritze liegen, auch der Dockenflur seitwärts durch Rinnen, von Reservoirs aus, mit Wasser beflöſst werden können, wie bey den Brester Docken T. 64. F. III. 27. geschieht. Groignard hat bey der neusten Brester Docke so wie bey der Docke zu Toulon, zu diesem Behuf, ein groſses Wasserbehälter T. 60. Profil C D angelegt. 15) In der Docke müssen alle nöthigen Maschinen zum Aus- und Einlassen des Schiffes, als Scheerentackel, Krahnen, Luvbäume (Bigues), Gangspillen oder Cabestans und Schöpfmaschinen vorhanden seyn, und in dem hintern Theil sollte man einige zu verschliessende Behältnisse, für das kleine Werkzeug: als Kloben, Rollen, Thaue etc. anbringen. 16) Die Arbeiter ge-

gen das Ungemach der Witterung und die Baumaterialien gegen den Einfluſs der Sonnenstrahlen und des Regens zu schützen, sollten die Docken mit einem Dache versehn seyn, wie die Docken von Carlscrona und Rochefort. Solche Dächer müssen hoch seyn, damit die Luft frey durchstreiche. 17) Die Verschlieſsung der Docken muſs so dichte und so bequem als möglich seyn. Der Methoden sie zu verschlieſsen hat man drey *) Entweder mit Fallthore, nämlich solche kleine Docken, die für Canal-Schiffe mit liegenden Masten dienen. 2) Mit Stemmthore oder 8) mit einem Pontonthor. Nach der letztern Methode sind die Docken von Carlscrona, Coppenhagen, Ramsgate, Toulon und die neueste Docke von Brest verschlossen **). Indessen muſs unter einem solchen Pontonthor, wegen seiner Schwere, fünf Schuh Wasser stehn, ehe man es aus den Fugen bringen kann. Die Docke von Rochefort scheint die erste gewesen zu seyn, bey welcher dasselbe angewendet wurde, wiewohl es nachher bey desselben nicht mehr gebraucht wurde, und man hat an dessen Stelle Stemmthore angelegt (Histoire de Rochefort par le P. Theodor de Blois p. 231). Mit Stemmthoren sind verschlossen: drey Docken zu Brest; die vierte aber mit einem Pontonthor ***): die Docken von Marseilles, Rochefort, Liverpool, Hul, Plymouth, Caracca und Deptfort. Die erste Methode, mit Stemmthore die Docken zu verschliessen, hat einige Mängel: während die Thore zu stehen, also das äuſsere Wasser von der Docke abhalten, legt sich vor ihnen Sand und Schlamm, und dies Material muſs sonach ausgebaggert seyn, ehe sie geöffnet werden können. Will man sie öffnen, so muſs die Docke erst durch Seitenaqueducte mit Wasser gefüllt seyn. Dieser Fall tritt nämlich bey einem Hafen ein, wo der Dockenboden über der Ebbe ist. Wo aber der Unterschied von Hoch- und Niedrig-Wasser 17 Fuſs beträgt, welche Wasserhöhe für leere Kriegsschiffe vom ersten Range hinreichend ist, da werden die Thore während der Ebbe mit Gangspillen (Erdwinden) geöffnet und verschlossen. Beym Verschlieſsen kömmt in der Fuge Frieſs und Wachstuch, und die Thore werden scharf zusammen gewunden, damit das Wasser nicht durchsickere. Es würde gewiſs zweckmäſsig seyn, wenn man die Thore mit in Firnis getränkter Leinwand überzöge, denn die Holzfugen lassen doch immer etwas Wasser durch, oder wenn man sie aus Eisenblech machte.

*) Man könnte sich auch wohl zu kleinen Docken der Redelykheidschen Coulissen-Thore, die er in seinem Buche (De nieuw uitgevonden Sluis door Redelykheid) beschrieben hat, bedienen. Ein französischer Ingenieur hat noch eine andere Methode zum Verschliessen der Docken vorgeschlagen, nämlich an einem platten Fahrzeuge ein Stemmthor zu befestigen und dieses dann vor der Docke hinzuführen; nachdem die Fluth eingetreten sey, so könnte man das Fahrzeug von dem Thor trennen.

**) Das Bassin, welches vor den Docken von Carlscrona liegt, ist eigentlich nur mit einem Pontonthor verschlossen, die Docken selbst aber, jede mit einem Stemmthor.

***) Der Durchschnitt des Pontons-Thors zu Brest ist ein Segment eines Zirkels, das Ponton-Thor zu Toulon ist im Durchschnitt ein Trapezium. Die Krümme des erstern ist wohl die Ursache des schweren Manövers.

Wenn in einer mit Stemmthoren versehenen Docke ein Schiff hineingelassen wird, so öffnet man diese Thore bey der Ebbe, das Schiff steigt bey der Fluth in die Docke, und nachdem es über die Stapelblöcke gewunden und gerichtet, die Spreitzung vollendet, auch die Fluth abgelaufen ist: so werden die Thore zugewunden. Soll das Schiff, nach vollendeter Ausbesserung, aus der Docke gelassen werden, so läfst man sie durch Seitenaqueducte voll Wasser und öffnet dann bey der Fluth die Thore, wenn das Wasser vor und in der Docke horizontal steht. In einem Hafen, wo keine Ebbe und Fluth ist, mufs, beym Trockenlegen der Docke, das Wasser mit verticalen Pasternosterwerken oder mittelst der Dampfmaschine ausgeschöpft werden. Die erstere werden bey der Docke zu Toulon, die zweyte wird bey den Docken von Cronstadt, Helvoet und Carlscrona gebraucht.

Bedient man sich des Pontonthors, welches da, wo keine Fluth und Ebbe ist, dem Stemmthore vorzuziehen ist, so wird es, nachdem man das Schiff in die Docke eingelassen hat, über die Fugen, die in den Seitenwänden gebracht sind, geführt; mit Ballast dergestalt beschwert, so dafs es zwischen den Fugen, die sich unten nach der Form des Pontons nähern, heruntersinkt. Seine Ecken müssen zuvor mit Friefs beschlagen seyn, welches nach der Aussen - oder Wasserseite hervorsteht, damit es noch mittelst einer eisernen Stange, um die die Friefskante fest ist, nach der Fuge hingezogen werden kann. Diese eiserne Stange sollte in einen an der Schwelle befestigten Ring gestofsen und über der Oberfläche des Wassers, in einen Haken eingelegt werden. Auf diese Weise könnte die Fuge, worin das Friesstück gezwängt ist, auch noch mit Wachstuch gefüttert seyn. So wie nun die Docke geschlossen ist, wird das Wasser durch Maschinen ausgeschöpft. Soll das Schiff aus der Docke gelassen werden, so nimmt man die Gewichte aus dem Ponton *), und alsdann steigt es, vermöge des hydrostatischen Druckes, in die Höhe; das Wasser strömt also unter dasselbe weg in die Docke, nach Mafsgabe man die Gewichte wegnimmt, welches mit Vorsicht geschehen mufs, damit nicht mit einmal der Strom zu heftig wird. Zur Vorsicht werden mehrere Fugen in die Seitenmauren gemacht, damit wenn ein Ponton, während es eingesezt ist, schadhaft würde, ein zweytes eingesezt werden könne. Auch wird auf diese Weise der innere Dockenraum, nach der Gröfse des Schiffs, durch das Einsetzen der Pontons in die vordern oder hinteren Fugen, bestimmt, welches der Grundrifs der Docke zu Toulon T. 60. mit den Fugen 1. 2. 3. 4, deutlich zeigt. Unter allen Docken werden diejenigen in Carlscrona die dauerhaftesten seyn, denn sie sind in einen Fels ausgehauen. Der Boden wird von Granitblöcken in Pozzolane gemauert und die Hauptöffnungen dieser Docken werden gleichfalls mit Pontonthore geschlossen, welche aber mit Wasser gefüllt werden, um sie zu senken.

*) Dasselbe kann auch mit Wasser gefüllt, und dann wieder leer gepumpt werden, es ist aber wohl besser es leer zu lassen, weil die Beschädigungen schneller ausgebessert werden können.

Es gibt auch eine Methode, die Schiffsdocken dem hydrostatischen Druck des Wassers zu entziehen, wenn z. B. ihr Boden dem Wasserspiegel des Hafens gleich gelegt würde. Alsdann müfste aber die Docke mittelst Maschinen, z. B. der Dampfmaschine oder mittelst eines 16 bis 17 Fufs höher als die Dockenflur liegenden Flusses gefüllt werden, und die Stemmthore nach dem Innern der Docke zu gehen; vor der Docke müfste noch eine Schleusenkammer 17 Fufs unter dem Wasserspiegel des Hafens liegen, und deren Stemm- oder Pontonthor müfste das Wasser 35 Fufs hoch halten. Diese Einrichtung ist aber kostbar und man kann deswegen die Dockenflur auch noch niedriger legen, alsdann wird aber die Docke stets verschlossen seyn müssen. Wo indessen an ein Meer, welches keine beträchtliche Fluth hat, zwey Schiffsdocken hintereinander angelegt werden, kann man sich auch des Pontonthors zu dieser Anlage bedienen: was alsdann die untere Docke zu viel kostet, wird an der obern erspart werden. In diesem Fall wird es zweckmäfsig seyn, die obere Docke für kleinere Schiffe zu bestimmen.

Was die Vorrichtung mit einer Schleuse vor der Docke anbetrifft, so ist sie insbesondere daselbst vortheilhaft, wo der Grund schlammigt ist und das Wasser durchsickert, weil man hier den Dockenflur so hoch als möglich legen mufs. Bey derselben mufs aber, in der Nähe der Docke, ein Bassin gemacht werden, aus welchem das Wasser in die Docke eingelassen werden kann, wie z. B. ein solches Bassin bey der Docke von Cronstadt T. 90. liegt. In dieses Bassin mufs nämlich, ehe die Docke gefüllt werden soll, das Wasser auf die zur Füllung der Docke nöthigen Höhe gebracht seyn, welches in Cronstadt mit einer Dampfmaschine geschieht. Eine ähnliche Vorrichtung hat der Inspector *Blanken* vorgeschlagen. (Verhandeling van de Bataafsch Gennootschap 12 D. p. 17). Er will nämlich zu *Helvoet* T. 63. drey trockene Docken Nro. I. II. u. III. angelegt wissen. Die Vorschleuse *b* soll das Schiff, 15 Fufs tief gehend, bey der Fluth einnehmen; alsdann würden die Ebbe-Schleusenthore geschlossen und das Wasser des Bassins *c*, welches von dem grofsen Bassin *x* mittelst einer Mauer abgeschlossen und das mit einer Dampfmaschine oder mit Pumpen aufgefördert werden sollte, in die Docke *a*, durch den Aqueduct *l*, eingelassen, und nachdem das Wasser in der Docke *a* und in der Schleuse *b* in einem Horizont stände, öffneten sich die obern Schleusenthore. Jetzt würde fortgefahren, das Bassin-Wasser in die Docke einzulassen, bis der Dockenflur 17 Fufs hoch mit Wasser bedect wäre und alsdann stiege das Schiff in dieselbe hinein. Herr Blanken will den Dockenflur dergestalt legen, dafs über den Wasserpafs der ordinairen Fluth noch 10⅔ Fufs Wasser in die Docke gelassen werden soll. Auf diese Weise würde das untere Stemmthor der Schleuse eine Wasserhöhe von 27 Shuh zu halten haben. In dem Fall, dafs die grofse Seeschleuse IV geschlossen bleiben mufs, um in dem grofsen Bassin *x* eine hinreichende Wasserhöhe zu haben, so könnte man, nach dem Vorschlage, die Docke *a* und das Bassin *c*, mittelst des Canals *d*, durch die Schleuse *m* trocken gelassen werden. Da sich das Innere-Landwasser

durch die schleusen *f* in das Bassin *c* ergiefst, so könnte dieses wasser darin (in das Bassin *c*) mittelst eines schleusenthors *k* gehalten werden, um bey der Füllung dieses Bassins einige Arbeit zu ersparen.

§. 192. *Von dem Fundament der Docken.*

Kein Fundament irgend eines Gebäudes mufs mit mehr Sorgfalt und vorsicht angelegt werden, als das einer Docke. a) In Hinsicht der ungeheuren Masse, die darauf ruht. b) Um dem Druck des wassers zu widerstehn. Wie nachtheilig sind nicht die Folgen von der unterlassung dieser vorsicht bey den Docken zu *Plymouth* und *Ramsgate* gewesen? *Smeaton* der Erbauer der letztern Docke, wollte dieser einen hölzernen Rost und Plankenboden geben, wie die Docken zu Liverpool haben, aber man befolgte seinen Rath nicht und machte ihn von steinen. Als die Docke aber vollendet war und zum erstenmal geschlossen wurde, so quoll das wasser durch die steinfugen, und lüftete die steine aus dem Boden heraus. So war also dieses werk, welches ungeheure Kosten verursacht hatte, unbrauchbar und man glaubte es auf die nämliche weise zu repariren, wie eine der Docken zu Plymouth die gleichen Fehler gehabt hatte. Der Boden wurde daher von schweren Portlandsteinen; jeder zu 3000 Pfund schwer, gewölbt und erhielt eine Dicke von 2½ schuh. Die Seitenmauern waren aber 14 Fufs dick. Als man diese Arbeit 1787. vollendet hatte, wurde die Docke bey der Ebbe verschlossen; kaum aber war die Fluth zwey schuh gestiegen, so quoll das wasser durch die steinfugen, und nachdem sie ihre Höhe von 13 Fufs 4 zoll erreicht hatte, stand das wasser 5 Fufs 3 zoll über den Dockenflur, welches selbst durch die nördliche Mauer durchsickerte. Zum zweytenmal war nun dies werk verdorben, weil man sich nicht hatte entschliefsen können, den einleuchtenden Rath eines Smeaton zu befolgen, jetzt erst wurde nach diesem vom Jahr 1789 die Docke mit einem hölzernen Boden verbessert, und die seitenmauern wurden 10 schuh verstärkt. Smeaton schrieb dies Durchsickern dem Druck des wassers unter dem Dockenflur zu, denn dieser konnte des verkehrten Gewölbes wegen nicht nachgeben, mithin hatte das wasser seine Gewalt auf die seitenwände angewandt. Hieraus sehen wir also: dafs bey Gründung der Docken, die gröfste vorsicht angewendet werden mufs, und wenn ich mich gleich erst bey der Lehre von der Construction der schleusen in das Detail der Gründung solcher und ähnlicher Bauwerke einlassen werde, so habe ich doch hier die Nachtheile, die aus einer fehlerhaften Fundirung entstehn, nicht übergehn wollen. Der Boden einer Docke mufs also entweder in einem hölzernen Kasten aufgemauert werden, wenn man nicht umdammungen anlegen kann, wie bey der Docke zu *Toulon* geschehen ist, oder es mufs auf einen soliden Balken- und Pfahlrost aufgeführt werden, wie bey den drey Docken zu *Carracca* bey *Cadix* und bey dem untern Theil der Docken zu *Brest*, T. 64., geschah, oder die Docke mufs auf eine undurchdringliche steinmasse gemauert werden, wie bey den Docken zu *Carlscrona* geschehn ist. Einige von den schiffsdocken zu *Carlscrona* haben

gleichfalls Balkenwände, s. Tab. 83. Fig. 1. Ein hölzerner Boden ist nur da rathsam, wo der Pfahlwurm nicht ist, und wo man die Kosten scheut, um auf einen hölzernen noch eine Steindecke zu legen. Solche Docken, die einen hölzernen Boden haben, treffen wir zu *Liverpool*, *Coppenhagen* und *Cronstadt*. Die erstere Docke ist im Jahr 1763. angelegt; die zweyte ist ziemlich leck, und von der dritten fehlt es mir an Nachrichten. Das sicherste ist also immer auf den hölzernen Boden noch eine Steindecke, von deren Construction ich beym Schleusenbau handeln werde, zu legen. Wiewohl ich nun bis dahin das weitere aussetzen mufs, so will ich doch hier noch bemerken: dafs der Umfang der Docke und der Vorboden gleichfalls aufs sorgfältigste mit einem Pfahl- und Balkenrost, so wie mit einem Plankenboden versehn seyn mufs. Wenn die Docke in einen schlammigten Boden erbauet wird, so ist es rathsam, rund um den ganzen Bau eine doppelte Reihe Spuntplanken zu schlagen und die Rostpfähle durch Faschinen-Sinkstücke zu rammen. In der Mitte solcher Sinkstücke lege man eine Thonschicht und begiefse die Oberfläche mit Trafs-Pozzelan-Mörtel oder Cement. Darauf lege man dann den Balkenrost und mauere die Gefache aus. In den durch die Schwellen hervorstehenden Pfahlköpfen treibe man dann Keile ein und säge diese Köpfe, den Schwellen gleich, ab. Auf den ersten Schwellrost kann auch noch ein zweyter rautenförmig gelegt werden: doch ich will ja umständlicher über die Gründung solcher Gebäude beym Schleusenbau handlen! Bey dergleichen Werken ist es indessen ein unverzeihlicher Fehler, wenn sie, im nachgebenden Boden, blos auf ein horizontales Rostwerk gelegt werden: denn die Seitenmauern drücken stärker auf den Rost als der Flur, weil sie viel schwerer sind: daher mufs dieser emporsteigen, wenn jene sich senken, worüber ich beym Schleusenbau Beyspiele anführen werde.

§. 193. *Von der Distribution und Lage der Schiffsdocken.*

Die Schiffsdocken müssen dergestalt situirt seyn, dafs die Schiffe entweder in den Hafen oder in Bassins eingelassen werden können, wenn sie so weit aufgebauet oder ausgebessert sind, um die Docke zu verlassen. So liegen z. B. die Docken in Carlscrona vortrefflich, weil sie alle an einem grofsen vom Meer durch einen Meerdamm getrennten Wasserbezirk liegen, mit dem sie rechte Winkel formiren. So sind auch die Docken zu Brest, Portmouth, Rochefort und Toulon sehr gut situirt.

§. 194. *Die Beschreibung einiger merkwürdigen Schiffsdocken*

wird uns noch manche Aufschlüsse von dem Bau und ihrer zweckmäfsigen Construction geben. Ich fange daher mit der Beschreibung der Schiffsdocken zu Brest an. Der französische Hafeningenieur Herr *Choquet* de *Lindu* hat davon in seinem Werke: Description des trois formes de Brest, die befsten Aufschlüsse gegeben, und seine Erfahrungen sind in mehr als einer Hinsicht lehrreich. Brest, welches unter den französischen Seehäfen die ersten Schiffsdocken erhielt, ist dem Wasserbaukundigen vorzüglich merkwürdig, weil es ihm die Vervollkommnung dieser wichtigen Anlagen

zeigt und wie man nach und nach zu ihr gelangte. Die Aeltere-Docke, welche 19 Fuſs hoch Wasser faſste, lag mit ihrem Boden nur 30 Zoll über die niedrigste Ebbe: also stand das Wasser bey der ordinairen Ebbe noch vor den Schlagschwellen und die Aqueducte, welche das Wasser aus der Dockenkammer abführen sollten, waren auch zwey Fuſs zu niedrig angelegt. Ja! wenn gleich zwey Schöpfmaschinen gebraucht wurden, so war es doch dieses Umstandes wegen nicht möglich die Docke ganz trocken zu erhalten. Der Vorboden und die Kammer, beydes von Holz, befanden sich in einem fehlerhaften Zustande, das Meerwasser drang in die Docke hinein und man beschwerte deswegen den Boden mit 1200 Centner Eisen, welche bey jedem Ein- und Auslaufen des Schiffes weggehoben werden muſsten. Die Thorflügel waren von äuſserst schwachen Dimensionen und bedurften eine Menge von Stützen. Die Figur der Docke war viereckig, sie faſste also viel Wasser, welches beym Ausschöpfen unnütze Arbeit machte. Der Ingenieur *Roblin* half zwar einigen dieser Fehler in etwas ab. So lieſs er z. B. anstatt des Eisens, womit der Boden beschwert wurde, ein concaves mit Fächer versehenes Schwellwerk machen, welches mit Bogenstreben gegen die Dockenwände befestigt wurde, also gegen den Dockenflur spreizte und dessen Aufheben verhinderte. Der gute Erfolg dieser Vorrichtung machte daſs man einen doppelten Boden, dem an der Docke zu Rochefort ähnlich, von steinen anbrachte, und zu dieser Absicht machte der Schiffsbaumeister *Olivier* folgenden Vorschlag: die alte Docke inwendig in Form eines Ovals auszumauern, um die Quantität des auszuschöpfenden Wassers zu verringern *). Der Kriegsminister *Maurepas* lieſs dieses Project durch den Ingenieur *Dumains* ausführen; es wurden auch nach des erstern Vorschlag neue Thore eingehangen und die Schlagschwellen 3½ Fuſs erhöhet. *Olivier* führte sein Project, als Hafeningenieur, mit aller Geschicklichkeit aus: eine Arbeit, die ihm den St. Louis Orden brachte und für ihn die Anlage dreyer Docken in der Bucht zu Brest, welche man *Pontaniou* **) nennt T. 62., bestimmte. Er hatte von 1742. bis 1746. den Bau dieser Docken dirigirt, als er starb. Zu seinem Nachfolger wurde der nicht minder geschickte Ingenieur *Choquet* erwählt. Dies sind also die drey Docken, welche derselbe ausführte und in seinem Werke beschrieben hat.

Da *Olivier*, welcher auch zu Brest vier Hellinge oder Stapelplätze *e* T. 62., so wie auch das General-Magazin g *d* und andere Gebäude aufgeführt hatte, keine detaillirte Zeichnungen seines Projectes hinterlassen hatte, und auch vorher die beyden Bollwerke an den Seiten der genannten Bucht nicht parallel aufgemauert waren, um dem Ganzen einen bestimmten Plan zu geben, so muſsten diese zum Theil abgetragen werden. Wenn gleich zu denselben Pozzolan-Mörtel gebraucht war, so fand man doch einige Spalten darin und man war genöthigt, dieses Mauerwerk bis auf die erste La-

*) *Olivier* ist also der erste, welcher die ovale Form der Dockenbänke bestimmte.

**) Sie war sonst für das Abbrechen alter Schiffe oder das Kalfatern bestimmt und es standen einige kleine Magazine um ihr herum. Ihr Grund bestand aus Schlamm.

ge abzubrechen. Die Docken wurden nun wegen des schlammigten Bodens auf Grundpfähle gebauet. Von diesen Pfahlwänden wurden einige anfänglich nur mit Handrammen, von Pontons aus, eingetrieben, alsdann placirte man auf denselben ein Rammgerüste und die Ramme schlug die übrigen Pfähle bis auf den Felsgrund sechzig Fuſs durch den Schlammboden hindurch. Diese Grundpfähle wurden 5 bis 6 Fuſs auseinander geschlagen und diejenigen, welche wegen derer in dem Schlamm liegenden Bau- und anderer Hölzer, nicht auf den bestimmten Plätzen eingetrieben werden konnten, wurden an einer nächsten Stelle eingerammt. Der Rammklotz wog 1200 Pfund und wurde 32 Fuſs hoch gezogen. Die Pfähle waren mit einer eisernen Beschuhung und oben mit einem eisernen Ringe versehn. Man hatte auch leichtere Rammklötze und mittelst Scheeren-Takel wurden dann die schwereren, wenn sie des losen Grundes wegen nicht nöthig waren, schwebend erhalten. Nachdem nun die mehresten Pfähle bis zum niedrigen Wasserstande eingeschlagen waren, so wurden die Gurtungen, welche an den Gerüstpfählen feste saſsen, nach und nach, auf der ganzen Länge des Grundbaues abgeschlagen und die Pfähle selbst, gleich den andern, in den Grund eingetrieben.

Da die Docken mit dem obern Theil auf den Felsen gelegt wurden und mit dem untern auf diesen Grundbau, so muſste demselben die möglichste Solidität gegeben werden. Deswegen wurde die Kruste des schlammigten Terrains, während der Ebbe, fortgeschaft, und die Grundpfähle 28 Zoll unter der Ebbe abgesägt. Dieses Absägen bewerkstelligen zu können, bediente man sich des kleinen Hülfsmittels: den Raum worin während der Ebbe gearbeitet werden sollte, mit calfaterten horizontal gefügten Planken zu umschlieſsen und durch Wurfschaufeln wurde er schnell wasserfrey gemacht. Auf diese Weise mauerte man auch zwischen den Pfählen inne noch 18 Zoll unter deren Köpfe herab, mit Pozzolan-Mörtel und Ziegelsteinen; ohne eines Kistdammes, welcher sehr kostbar gewesen seyn würde. Auf den Pfählen kamen dann die Holben. Diejenigen von diesen Holben, welche in der Nähe des Felsens lagen, wurden mittelst eisernen Krampen mit dem Felsen selbst verbunden. Damit der Fluſs, welcher sich in dieser Bucht eingemündet hatte, die Arbeiten nicht unterbrechen konnte, so wurde er durch einen Aqueduct 32. T. 64. abgeleitet.

Nach der oben beschriebenen Weise war der Bau, bis zum Tode des Directeurs *Olivier*, der i. J. 1746. erfolgte, geführt und nun blieb er volle vier Jahre liegen. Erst 1751. wurde dessen Ausführung an *Choquet* übergeben, als noch ein groſser Theil des Grundbaues fehlte. *Choquet's* erste Sorge war nun: eine Abdammung quer über zu legen, vor das Thorwerk der Docke *): denn es war nicht möglich, bey dem täglichen Steigen des Meeres, die Fundamentmauer tief genug zu gründen und

*) Diese Abdammung wurde also sehr kurz und auf den gröſsten Theil ihrer Länge von den Seitenwänden, welche man ja aufmauren muſste gebildet. Die vordern Theile der Seitenwände (Bajoyers) wurden nämlich vollkommen aufgemauert und alsdann legte Choquet erst den Klopfdamm zwischen dieselben an.

ihr die hinreichende Festigkeit zu geben, ohne den Dockenraum trocken zu legen. Jetzt bauete man die obern Seitenmauern und den Dockenflur. Zu dem Mauerwerk der Seitenwände wurde bis auf eine Dicke von 6 bis 7 Schuh Cement von Pozzolane gebraucht und der übrige Theil ward mit guten Sandmörtel gemauert. Als die Arbeit im Gange war, beschied der Minister i. J. 1753. *Choquet* zu sich nach *Paris*, um sich dessen Plane vorlegen und erklären zu lassen. Er befahl, lächerlich genug, dafs die Kammer der zweyten Docke, gegen den Plan des Ing. *Choquet*, fünf Zoll niedriger gelegt werden sollte. Während dem hatte der Ingenieur *Petit* den Fangedamm vollendet. Die Grundpfähle wurden nun eingetrieben, der Rost gelegt und die Mauer aufgeführt. Auch das concave oder verkehrte Gewölbe, dessen Schlufssteine in 4 Fig. V. sichtbar sind, wurde ausgeführt und diese dienen der Kielrinne zum Boden. Um den Dockenflur, welcher von Steinen ist, zu halten, liefs *Choquet* grofse eiserne Stangen unter dem umgekehrten Gewölbe legen, und die sich vor dem Thorflur endigten. Nach Vollendung dieses Gewölbes wurde der Dockenboden aufgeführt, nachdem zuvor das Thorgebind vollendet war. Am 2. Febr. 1756. wurde ein Schiff in der ersten Docke eingelassen, im Monat Februar war die zweyte Docke vollendet und im May 1757. war auch die dritte beendigt. Diese Werke haben dem Ingenieur *Choquet* als einem Mann von Kenntnissen grofses Lob erworben. Die vierte Docke zu Brest Tab. 63. bey *f* ist von dem Ingenieur *Groignard* 1782 — 1783. an der Stelle einer alten erbauet worden und ihre Flur liegt fünf Schuh tiefer als der von den übrigen drey Docken, so dafs bey jeder Fluth ein Schiff ein- und ausgehn kann. Wegen dieser tiefen Lage war es aber nöthig, die Docke mit einem Ponthonthor zu verschliefsen.

§. 195. *Beschreibung der Docke zu Toulon. Tab.* 60 *und* 61.

Toulon, der befste französische Seehafen am mittländischen Meere, hatte zwar vor 1783. einige Schiffswerfte aber keine Docke. Die Schwierigkeit dort eine zu erbauen war weit gröfser, als in den Häfen am Ocean oder Canal, wo die Ebbe und Fluth das Ausschöpfen des Wassers unnöthig macht, oder doch sehr vermindert, wenn nämlich der Bau mit aller Sorgfalt ausgeführt ist, und den vorne aufgestellten Grundsätzen entspricht. Bey Toulon, wo die Fluth nach denen von dem Chevalier *Argos* von 1776 bis 1778. angestellten Observationen kaum zwölf Zoll steigt, konnte man also den Grund der Docke nicht anders, als zu der nöthigen Tiefe unter der Oberfläche des Wassers legen. Es mufste also entweder in Kästen gemauert oder Abdammungen gemacht werden; das lezte war wegen dem schlammigten Boden, den Quellen im Grunde, und der grofsen Wasserhöhe, die man zurückhalten mufste, nicht nur mifslich, sondern fast unthunlich. Der Ingenieur Groignard wählte daher die erste Constructionsart. Ehe ich dieselbe aber beschreibe, will ich noch einiges von den Vorschlägen, die andere Ingenieurs gemacht haben, anführen, und zwar in

einem Auszuge aus einigen schriftlichen Memoires, die mir in Paris mitgetheilt worden sind.

Das Project des Ritters von Guillemanche du Bocage, eine Schiffsdocke im Hafen von Toulon anzulegen, bestand darin: 1) An dem Hafen (die Neue Darse) eine Hauptdocke zu erbauen und um dieser herum mehrere dergestalt, so dafs jede isolirt für sich sey und doch Communication mit der Haupt- oder untern Docke habe, 2) Den Platz dazu bestimmte er in der Nähe des See-Arsenals. In dem Procès verbal vom 24. Juny 1775. sagt das Conseil unter andern von diesem Projecte: „es weiche von denen bis dahin bekannten nur darin ab, dafs die Docken nicht hintereinander in gerader Linie angelegt werden, sondern jede Docke für sich isolirt bestehn und mit der untern Docke communiciren sollte; und dafs die Neben-Docken also fächerartig um die untere herum placirt seyen.„ Es hielt diese Distribution für sehr vortheilhaft, weil sie den Gebrauch jeder einzelnen Docke gestattet, aber nicht so günstig urtheilte ein Ausschufs von Sachverständigen. Derselbe meinte: „dafs nicht nur die Hauptdocke eine zu grofse Ausdehnung erhalten, daher ungeheure Kosten verursachen müfste, sondern dafs auch der Gebrauch der Docken durch ihre Distribution vielen Schwierigkeiten, ja selbst vieler Gefahr bey entstehendem Feuer unterworfen sey.„ Ueber den Bezirk, auf welchen der Projectgeber seine Docken erbauen wollte, war auch das Conseil nicht einverstanden: es sey der Bezirk des Arsenals ohnehin durch das nothwendige tägliche Verkehr sehr beschränkt, daher könne man für die Docken keinen andern Platz als die Insel de la mature anweisen. Aber diese bestehe aus aufgehäuften Schlamm, dessen Lagen ohnmöglich eine zweckmäfsige Gründung zulassen; und dann müfste auch, um hier Raum zu gewinnen, die gemauerten vordern Schiffswerfte abgebrochen werden und dies sey mit ungeheuren Kosten verknüpft. Das Conseil schlägt deswegen vor: die Docken in dem Quartier von *Castineau*, zwischen welchen und dem Arsenal leicht eine Communication eröffnet werden konnte, anzulegen. Würde sie daselbst erbauet, so könnte ihre Anzahl nicht nur auf neun gebracht werden, sondern man würde sie auch mittelst eines Canals durch die Stadt mit Wasser anfüllen, also ihren Boden erhöhen, mit geringern Kosten anlegen, und das Auspumpen fast ganz ersparen können; um so mehr, da das Wasser im Canal Tab. 60. auf 6000 Toisen, von diesem Quartier bis zur Oberfläche des Meeres, 56 Schuh Neigung habe. Diese Verbesserung des Projectes wird sich ohne Zweifel manchem annehmlich darstellen, wenn wir mit den Localhindernissen, die ihm entgegen stehn, nicht bekannt sind; doch es mögen die Sachverständigen selbst sprechen. Sie sagen: „der Boden des erwähnten Quartiers sey eben so schlammigt, als der des Hafens, welches die Erfahrungen bewiesen. 2) Entfernte man sodann die Docken zu weit von dem Bezirk des Hafens und die Erbauung eines Schiffes oder dessen Ausbesserung würde mehr kosten, als wenn man es auf die bestehenden Werfte zum Theil und auf dem Wasser völlig ausbauete und

calfaterte. 3) Da alle obere Docken von der untern abhiengen, indem die Schiffe durch diese passiren müfsten, so könnte nur ein Schiff um das andere ein- und ausgelassen werden und anstatt neun Docken zu haben, würde nur eine benuzt werden können. 4) Wenn die untere Docke reparirt werden müfste, so wären alle übrigen unbrauchbar gemacht. 5) Sey es nicht ein leichtes, mit der Stadt und den Grundeignern sich über das Canalwasser und dessen Gebrauch, zur Füllung der Docken, zu vereinbaren, indem dasselbe zur Wässerung der Wiesen und anderm Behuf sehr ökonomisch benutzt werde. Endlich meynen sie: die Ausleerung der Docke durch Pumpen sey zweckmäfsiger, als durch die Schütze, weil es in diesem Fall zu schnell ablaufe und man das zu calfaternde Schiff auf der Stapelung nicht gehörig stellen könne.„ Dieser Einwurf ist aber gewifs nicht erheblich: denn es kann das Wasser auch mittelst Aqueducte und Schütze langsam abgelassen, ja in seinem Ablauf augenblicklich retardirt und gänzlich gehemmt werden. Könnten die übrigen fünf Einwürfe eben so hinreichend als dieser entkräftet werden, so würden unsre Leser nicht Anstand nehmen, sich für das Project des Conseils zu erklären. Die Sachverständigen meynen: mann könnte solche Docken in dichten Kästen von Zimmerwerk bauen und diese zu mehreren Docken nach und nach gebrauchen. Aber es ist eben so wenig auf das Local gegründet als das von dem Conseil, dessen Aeusserung ist der beste Beweis dieser meiner Behauptung. Es sagt nämlich: dafs es den Ingenieurs vom Brücken- und Wegebau zukomme, sich die Kenntnifs des Locals zu verschaffen, (ils peuvent étre chargés de dresser, avec connoissance de cause, les Plans et devis d'un tel projet); also hatten sie sich diese Localkenntnifs noch nicht erworben und doch bestimmt über die Anlage selbst geurtheilt. Es geht sonach in Frankreich wie in Deutschland und England; man macht grofse Projecte, untersucht und entscheidet für dieselben, ohne nur das Local gehörig zu kennen, und das geschieht nicht etwa von Particuliers, sondern von den Regierungen selbst. Die französische sollte von dem Conseil zur Ausführung des vorgetragenen Projectes dadurch vermocht werden, dafs es damit die Verbesserung der Festungswerke von Toulon in Verbindung brachte, wohlwissend: wie zu solchen militärischen Anstalten immer Fonds da sind, wenn es daran zu den nützlichen Wasserbauarten fehlt. Und um diesen Vorschlag kraftvoller zu unterstützen, fügte es hinzu: dafs Toulon bey seinem jetzigen Fortifications-Zustande nicht acht Tage einem feindlichen Angriff widerstehen könne. Erwägt man aber: dafs Toulon in der Ebene liegt, von den Anhöhen beschossen werden kann, und dafs die Arsenäle, der Hafen und die Magazine kein Bombardement vertragen, so wird die Defension der Festung selbst nur schwach erscheinen; also hängt die Haltbarkeit des Platzes von den in den Umgebungen angelegten Forts und Batterien ab, welches auch die Einnahme der Engländer i. J. 1793. und die Wiedereroberung bewiesen hat.

§. 196. *Methode nach welcher der Ingenieur Groignard die Docke im Touloner Hafen von 1774. bis 1778. erbauete.*

Der Ingenieur *Groignard* wählte weder die Stelle, welche *Du Boccage* noch die das Conseil vorgeschlagen hatte, sondern einen Platz (s. Tab. 60.) in dem Neuenhafen selbst, also in der Nähe des Magazins *r* und den Meerdämmen, auf denen die Schoppen für Arbeiter, für das Holz und die Geräthschaften stehen, eine Stelle, woselbst auch das Verkehr bey den andern Magazinen und dem Arsenal gar nicht gestört wird, die also sehr gut gewählt ist. Mitten im Wasser mufste nun Groignard seine Docke bauen. Auf einen Pfahlrost konnte er sie wegen des schlammigten Bodens, aus dem das Quellwasser aller Orten hervorgekommen seyn würde, nicht gründen, denn da hätte er Abdämmungen machen und den Bauplatz vollkommen trocken legen müssen: er sah sich also genöthigt, die Docke in einem Kasten von Zimmerwerk aufzuführen. Wiewohl er ähnliche Beyspiele vor sich hatte, wie z. B. den Bau von der Westminster-Brücke, von den Hafendämmen und dem Werfte zu Toulon und den Dockenbau zu *Cronstadt*, so waren die erstern Bauwerke doch gar sehr von einer Docke verschieden. Diese sollte das Wasser nicht durchlassen, von einer ungeheuern Gröfse seyn, und der Kasten mufste sie selbst, um das erste Erfordernifs zu erreichen, umschliefsen, also im Wasser mit seinen äufsern Wänden stehen bleiben; und was den Bau der Cronstädter-Docke anbetraf, so ist wohl keine gute Beschreibung davon bekannt geworden. Auch hatte Belidor 27. §. 903. schon von der Anlage grofser Schiffsdocken am mittelländischen Meere abgerathen. Doch die Erfindungskunst hat keine Gränze. Indessen war es kein gewöhnliches Unternehmen: einen Kasten von 300 Fufs lang, 95 Fufs breit und 33 Fufs hoch auf das Wasser fortzubringen, ihn nach und nach auszumauern und auf einen ebenen Grund, bis zur Tiefe von 30 Fufs unter der Oberfläche des Wassers, zu setzen. Auf dem festen Lande konnte man diese ungeheure Maschine nicht construiren, denn die Werfte waren zu klein dazu; und wie hätte man sie auch in das Wasser gleiten lassen und fortbewegen können? Groignard wählte daher ein originelles Mittel: er liefs den Kasten auf ein Flofs (radeau Flottant) errichten. Wie dieses Flofs und der Kasten gemacht, versenkt, vom Flofs abgesondert, und wie der Grund, worauf der Kasten zu stehen kam, geebnet wurde, dies ist es, was für den Ingenieur besonders lehrreich wird.

§. 197. *Die Construction des Flofses.*

Der Erfinder hatte dieselbe auf eine Berechnung des hydrostatischen Druckes gegründet, und er liefs das Flofs und den Kasten folgendermafsen verfertigen: *Das Flofs* von 320 Fufs Länge, 112 Fufs Breite und 6½ Fufs Höhe fr., welches, wie gesagt, dazu dienen sollte um darauf den Kasten, der 4000000 Pfund oder 2000 Tonnen schwer war, zu construiren, bestand in der untersten Lage aus 258 ungezimmerten Masten *AA* F. 1. Tab. 61. und Fig. 2. *L'L'*. Sie waren 20 bis 30 Zoll im

Durchmesser stark und 60 bis 90 Fuſs lang. Mit den Enden stieſsen sie aneinander und waren dichte nebeneinander gelegt, so daſs sie eine regelmäſsige Ebene bildeten, welche die Basis des Floſses ausmachte. Ueber diese Masten lagen drey und zwanzig Reihen von aufeinander gelegten Balken *BC*, Fig. 1., die 40 bis 60 Fuſs lang und 20 bis 24 Zoll ins Gevierte stark waren. Sie waren 9 Fuſs im Lichten von *B* bis *B* von einander entfernt und machten mit den Masten rechte Winkel. Jede solche Balkenlage bestand aus 2 Balken *BC* oder aus 3 Balken *BCF*, F. 1. und war 112 Fuſs lang, welches die Breite des Floſses ist. Die untersten Balken *B* waren an die Masten mit Tauen *D* befestigt, auf diese aber die zweyte und dritte Reihe mittelst hölzerner Zwingen *E*. Die zweyte Balkenlage wurde auf die unterste *B* dergestalt gelegt, daſs ihre Mitte die Enden von diesen bedeckte. Gleiche Vorsicht wurde mit dem dritten Balken *C*, in Rücksicht der zwoten, beobachtet. Die Balkenlagen standen alle vier Fuſs über die Masten, und zu dem Ende waren in den mehresten nur zwey Balken, jeder von 2 Fuſs hoch, nöthig. Kleine Ungleichheiten wurden mit Plankenstücken, die man zwischen zwey Balken legte, ausgefüllt.

In jedem der 22 Felder, welche die 23 Reihen von Balkenlagen formirten, ohne die Endefelder zu rechnen, wurden drey Reihen von 26 leeren Tonnen *G* (jede zu 4 Bariken) also 78 Stück, gelegt. Diese 22 Felder und die beyden Felder an den Enden faſsten demnach 1820 Tonnen. Ueber je drey Tonnen wurden Bauhölzer *H*, die unten nach der Tonnenform concav ausgehölt und oben glatt waren, gelegt, und mittelst um die Masten *A* geschlagener Taue *I* an diese Masten und auch untereinander befestigt, damit sie von dem Druck des Wassers nicht gehoben, und die vier Zoll starke Plankendecke, welche nicht auf die Tonnen, sondern auf die Balkenlage gelegt ward, nicht aufheben konnten. Diese Plankendecke, 9 bis 10 Fuſs vor dem Kasten hervorragend, wie dies die perspectivische Elevation T. 61. (Elevation perspective du Caisson etc.) zeigt, diente nicht nur zur Schonung der Tonnen, sondern auch zum Bauplatz, worauf das Werkholz zum Kasten aneinander gesetzt und gefugt wurde. Die Planken *I*, von denen sie gebildet wird, waren aber nicht festgenagelt, damit sie desto leichter weggenommen werden konnten. Auf dieses Floſs wurden dann endlich Tragehölzer *L* Fig. 2. genau auf die Balkenlagen *C* gelegt, von denen wir nachher reden wollen. Diesen ihre Höhe beträgt 4 Fuſs.

Die Construction des Kastens wurde angefangen, sobald das Floſs fertig war. Auf die sieben Reihen Tragehölzer *L* wurden eben so viele Reihen von Kielplanken gelegt; und die 150 Ribben (membres), welche den Kasten bilden, sind sieben Fuſs hoch mit Brettern beschlagen, damit der Kasten nicht schwerer als die bestimmten 2000 Lasten sey. Der innere Theil des Kastens, welcher, wie gesagt, auf dem Floſs gezimmert wurde, war in acht gleichgroſse Kisten Fig. 2. eingetheilt, die von einander durch starke und gut gefügte Balken-Scheidwände *GG* abgesondert waren, so daſs gar kein Wasser in sie eindringen konnte. Der Zweck dieser Kisten bestand

darin: 1) Vermittelst derselben, den Kasten zu einem soliden, dem Druck des Wassers widerstand leistenden Ganzen zu machen *). 2) Den Kasten beständig horizontal zu erhalten, indem man in der einen oder andern Kiste Wasser einläfst, je nachdem es nöthig wird. 3) Damit man die Mängel des Kastens, wenn er etwa hie und da eine Oeffnung erhalten sollte, gleich ohne grofse Schwierigkeit herstellen konnte, indem sich nur die Folgen auf eine Kiste und nicht auf den ganzen Kasten erstrecken.

Die Zimmerstücke, woraus die Kisten bestanden, wurden, nachdem die Mauer in dem Kasten aufgeführt war, auseinander genommen, und zu anderm Behuf verwendet. Ja, es konnte auch der Umfang des Kastens auseinander genommen werden, nachdem das Mauerwerk hinreichende Festigkeit erlangt hatte, und dies geschah auch mit der hintern Wand, aber nicht ohne grofse Schwierigkeit; ja es wäre weit besser gewesen und würde zur Dichtigkeit der Docke wesentlich beygetragen haben, wenn man diese Balkenwand nicht auseinander genommen hätte.

Die Ausgleichung des Grundes, worauf der Kasten zu stehen kommen sollte, wurde während man den Kasten zimmerte, bewerkstelligt. Es war an dieser Stelle nur 18 bis 20 Fufs Wasser, mithin mufsten auf der ganzen Fläche 10 bis 12 Fufs tief ausgebaggert werden, wenn der Kasten dreyfsig Fufs unter der Oberfläche des Wassers mit seinem Boden stehen sollte. Man entwarf also mit Hülfe genauer Sondirungen eine Zeichnung von der Lage des Grundes, welcher gröfstentheiles aus Sand bestand. Es waren demnach hier Stellen auszufüllen dort wegzunehmen und wir wollen sehen, auf welche Art dies bewerkstelligt wurde. Ein Wagen- oder Balkenflofs ohne Boden trug eine Handramme, deren oberer Theil sechs Fufs aus dem Wasser hervorragte und derselbe wurde auf dem zu regulirenden Bezirk hin und her bewegt, mittelst eines Pontons. Der Schaft, welcher der Ramme zum Obertheil diente, war in Zolle und Schuhe eingetheilt, um genau wahrnehmen zu können, wie tief die Handramme oder der Untersatz geschlagen werden mufste, damit der Grund bis zu der bestimmten Tiefe herab zusammengeprefst sey. Diese Zusammenpressung wurde mittelst einer Ramme bewirkt, deren Klotz dreyfsig Zentner schwer war und der 12 bis 15 Fufs auf den Kopf der Handramme herunter fiel und diese also auf

*) Zum Besten wird man sich hiervon überzeugen bey der Untersuchung der Construction des Kastens F. 2. T. 61.

A sind die Pfähle (Pilotis).

B Rauten- oder Queerverbindung, welche mit dem Boden *H* des Kastens in Verbindung steht und darauf ruht. (Grillage qui doit s'appuyer sur le fond *H*.

C Sind die Träger des Plankenbodens *D*, auf welchem die Gewichte zum Versenken des Kastens gelegt wurden.

(Epontilles servant a soutenir le plancher *D* qui doit recevoir le poids.)

E Die Schrägestützen oder Knies (arcsboutans).

F Die Seitenhalter des Kastens (Renforts des côtés).

den Grund stiefs. Die allzu tiefen Stellen wurden mit Mauerschutt und dergleichen Material, durch eine auf dem Prahmen angebrachte hölzerne Röhre, ausgefüllt, welches gleichfalls mit der Ramme festgeschlagen wurde.

§. 198. *Die Methode, wie das Flofs vom Kasten getrennt und dieser auf den Grund gesenkt wurde*, ist nicht weniger sinnreich als die Construction selbst. Sobald nun das Flofs sammt dem Kasten an die Stelle gebracht war, wo dieser versenkt werden sollte, kam es darauf an: ihn auf der Oberfläche des Wassers horizontal zu setzen, d. i. das Flofs von ihm zu trennen und den Kasten horizontal zu senken. Diese Operation wurde auf eine einfache aber doch bewunderungswürdige Weise ausgeführt. Wir müssen, um das einzusehen, uns erinnern: 1) dafs das Flofs aus einem Holzbau construirt ist, wovon jeder Kubikfufs 20 Pfund leichter als der Kubikschuh Wasser war. 2) Dafs von den leeren Tonnen jegliche 2200 Pfund leichter als eine eben so grofse Masse Meerwasser ist, welches die genauen Versuche bestätigt hatten. Da nun das gesammte Holz des Flofses 100000 Kubikfufs ausmachte und die Anzahl Tonnen 1820 Stück war, so mufste das Flofs, wenn es untertauchen sollte, mit 100000 . 20 + 1820 . 2200, d. i. mit sechs Millionen 4000 Pfunden beschwert seyn. Weil aber der Kasten 4 Millionen Pfunde oder 2000 Tonnen wog, so blieben noch tausend Tonnen Gewicht übrig, mit welchem das Flofs beschwert werden mufste, um es unterzutaucheu. Aber man sieht wohl ein: dafs dieses nur in dem Zustande gilt, wenn das Flofs von dem Kasten beschwert war, und da man dasselbe unter dem Kasten wegziehen mufste, um ihn versenken zu können, so mufste das Flofs bis zu einer Tiefe, die zum Manövriren nöthig war, eingetaucht seyn. Wie konnte man ohne ausserordentliche Kosten und Gefahr ein Gewicht von 6½ Million Pfund auf die Oberfläche des Flofses befestigen, und wie sollte diese Last wieder schnell aufgenommen werden können, um das Flofs zu heben? Diese Schwierigkeiten umgieng nun der Ingenieur *Groignard* mit den leeren Tonnen, die er füllen liefs, als das Flofs untergetaucht werden sollte. Um dieses zu bewerkstelligen, wurden auf das Flofs, gerade über die Balkenreihen, so viele, mit eisernen Kugeln gefüllte Kästen *N* niedergesetzt, als nöthig waren, um das Flofs, worauf der Kasten stand, so weit ins Wasser zu tauchen, dafs die Spundlöcher der Tonnen ein wenig mit Wasser bedeckt waren, als zuvor der Plankenboden *L M* über sie hin aufgenommen war. An jeglichem Spund war ein kleines Seil befestiget, und die kleinen Seile einer halben Tonnenreihe wurden an ein grofses Seil geknüpft, welches von einigen auf Fahrzeugen gestellten Arbeitern aufwärts gezogen wurde, so dafs also zugleich die Spunde aller Tonnen aufgiengen. Jetzt drang nun das Wasser in die Tonnen, und das Flofs senkte sich allmählig unter, so wie sich die Tonnen nach und nach füllten, aber der leere Kasten schwamm auf der Oberfläche des Wassers. Um das Flofs nun unter dem Wasser fortzuziehen, waren an demselben Kabeltaue befestigt, und diese wurden mittelst Stricken und Flaschenzügen, welche man auf Fahrzeuge

und auf den Hafenwänden stellte, angezogen; mithin bewegte sich das Flofs gegen diese Fahrzeuge, die man mit Anker und Tauen befestigt hatte. Andere Kabeltaue liefen unter das Flofs durch, und waren an Pontons befestigt, die also das Flofs selbst nicht weiter, als es nöthig war, eintauchen liefsen. Diese Taue wurden, sobald das Flofs ausser dem Bezirk des Kastens gezogen war, mit Erdwinden gekürzt und auf diese Weise stieg das Flofs; und nun räumte man die Gewichte, die sieben Kästen *N* und die Balkenreihen ab. Sobald indessen das Flofs zu solcher Höhe gekommen war, dafs man Schaufel - oder Pumpenwerke auf die Oeffnungen der Tonnen setzen konnte, wurden diese Tonnen oder Fässer vom Wasser geleert, und nun stieg das Flofs vollkommen empor, und die Kabeltaue wurden von ihrer Last befreyt. Man nahm das Flofs gänzlich auseinander und benutzte alles Zimmer - das Tauwerk und die Tonnen zu anderm Behuf. Also beschränkte sich die Auslage nur auf das Arbeitslohn und den Transport der Materialien.

Sobald das Flofs vom Kasten getrennt war und dieser auf der Oberfläche des Wassers wogte, mufste er auf den für ihn geebneten Grund heruntergesenkt werden. Man zog ihn also genau über die bestimmte Stelle und öffnete in den einzelnen Kisten, woraus er bestand, die zubereiteten Löcher, um das Wasser einzulassen. Dann wurden auch noch Gewichte auf den Plankenboden *D* Fig. 2. gelegt, um das Eintreten des Wassers zu vermehren. Dieses Niedersinken gieng so glücklich von statten, dafs, als der Kasten bereits 29 Fufs, 11 Zoll, 6 Linien eingetaucht war, er noch mit seiner ganzen Basis horizontal schwamm, und dafs er die letzten 6 Linien langsam auf den Grund hinabsenkte, so dafs die Menschen, welche in einigen leeren Kisten waren, auch nicht den mindesten Stofs bemerkten.

Die Vorkehrungen, um den Grund noch mehr zusammen zu pressen, waren um so zweckmäfsiger, als der Boden des Kastens nicht nur das Gewicht des Mauerwerks, sondern auch das eines Kriegsschiffes, welches allein 30 Millionen Pfund beträgt, tragen mufste. Es wurden also in dem Kasten hunderttausend Centner mehr eingeworfen, als die Masse der Schiffsdocke wiegen konnte. Vom 11. Aug. 1775. bis zum 19. Februar 1776. wurden in dem Kasten eine Million Centner *) eingelassen, und selbst diese ungeheure Last drückte den Kasten nur wenig in den Grund hinein.

Wiewohl es gewifs war, dafs der Kasten, welcher 10 bis 12 Fufs tief in den Grund versenkt ist, worin auch bereits das Mauerwerk der Docke aufgeführt war, sich nicht bewegen konnte, insbesondere in einem solchen Hafen, wo die Fluth nicht statt findet, so wurden dennoch rund um demselben 120 Pfähle eingerammt, die in die äufsern Hölzer *I.* Fig. 2., in Form von Schwalbenschwänzen, eingelassen wurden. Diese Pfähle rammte man mit einem 25 Centner schweren Rammklotz, der 12 Fufs herunterfiel (au refus) ein, und dennoch konnte man sie nicht tiefer als zehn Fufs

*) Nämlich 400tausend Centner Wasser und 600tausend Centner Steine.

in den Grund bringen: gewifs ein Beweis, dafs derselbe schon aufs Befste zusammengedruckt war. Endlich wurde der Raum, welcher zwischen dem ausgeglichenen oder vertieften Terrain und dem höhern Boden blieb, rund um die Docke, mit Schutt gefüllt. Besser würde es gewesen seyn: auf diese Ausfüllung Sinkstücke, von 18 Fufs Breite und 6 Fufs Dicke, zu senken und durch diese die Pfähle zu schlagen, weil alsdann das Wasser in der Tiefe nicht an den Kasten kommen konnte, denn bey aller Vorsicht ist die Docke nicht trocken. Doch wir kommen ja zur

§. 199. *Construction der Docke.*

Als das Wasser aus dem Kasten gepumpt war, konnte nicht die mindeste Erhebung desselben, noch irgend eine Filtration, entdeckt werden, und man begann das Mauerwerk am 16. Febr. 1776. Wie der Kasten unter demselben steht, das zeigen die Profile auf Tab. 60. sehr deutlich. Diese und der Grundrifs stellen die Figur der Docke, der Terrassen und die Dicke der Mauern dar, so dafs ich nicht nöthig habe, dies alles mit vielen Worten zu beschreiben. Daraus ersieht der Leser z. B., dafs man das Pontonthor entweder an dem einen oder andern Ende der Docke einlassen kann, wie die dasselbe aufzunehmende Falzen in Fig. angedeutet sind. In dem Mauerwerk ist der umgekehrte Bogen *m n* von Werkstücken (Profil E F) das merkwürdigste und er gewährt drey Vortheile. 1) Hält er das Wasser von dem innern Theil der Docke zurück, wenn gleich irgend einiges durch den Kasten oder das Mauerwerk durchdringen sollte. 2) Widersteht er dem hydrostatischen Drucke des Wassers und dann vertheilt er gleichförmig die Last des Mauerwerkes, welches alles mit Pozzolan-Mörtel gemauert ist.

An dem hintern Theil der Docke stöst ein Reservoir, dessen Durchschnitt wir in dem Profil *C D* zwischen *c d* sehen. Dasselbe kann 30000 Kubikfufs Wasser enthalten, und hat mit dem eigentlichen Dockenraum, mittelst eines Aquäducts, Gemeinschaft. Aus demselben kann also das Wasser, während das Schiff gebähnt oder auch getheert wird, wenn es nöthig ist, durch die drey Fufs breite Schützöffnungen abgelassen werden. Darin sind 32 Schächte (z. B. in *b* und *e*) angebracht; über denen 32 verticale Schaufelwerke gesetzt werden, um das Wasser aus der Docke zu schöpfen *). Diese Schächte und die zwo Aquäducte *l* und *e* sehen wir auch in den Profilen nach der Länge und der Linie *C D* genommen. Die Aquäducte können zugeschlossen werden, so dafs man auch in dem Reservoir eine Quantität Wasser behält, um es in den Dockenraum, wenn das Schiff zum Auslaufen fertig ist, einzulassen. Jedoch kann diese Maafsregel nur angewendet werden, wenn die Arbeit an einem Schiffe, z. B. das Kalfatern, kurze Zeit dauert; stände aber das Wasser lange in dem Reservoir, so würde es faul und stinkend werden. Zwischen dem Mauer-

*) Die Schaufeln dieser Schöpfmaschinen bestehen aus Eisen, ihre Röhren aus Kupfer. Sie werden von 14 Galeeren-Sclaven in Bewegung gesetzt.

werk und dem hölzernen Kasten ist eine Leere, die im Durchschnitt (man sehe die drey Querprofile) einen Triangel *a* bildet, gelassen worden. Dieselbe gestattet der Mauer eine Böschung und ein Nachsehen, wenn etwa ein Schaden am Kasten entstehen sollte; vielleicht rechnete man nicht auf die Erhaltung der hölzernen Seitenwände, welche übergebogen sind, und wollte dieselben auch nicht mit dem Druck des Mauerwerks belasten.

Das Manoeuvre, wie die Docke zu und offen gemacht wird, habe ich zwar schon oben ganz beschrieben, indessen wird es doch nicht ganz überflüſsig seyn, noch Folgendes anzumerken. Da der Raum *a a* (siehe Grundriſs T. 60.) mit dem äuſsern Wasser communicirt, so muſs er noch mit einem Ponton verschlossen werden, welches wir im Grundriſs nach seiner Gestalt als halb Ponton bey *a* sehen. Hätte man die Docke mit Stemmthoren verschlieſsen wollen, so muſste sie selbst verlängert werden, um die Seitenwände eine der ganzen Thor-Einrichtung angemessene Länge zu geben; auch hätte alsdann immer gleichviel Wasser durch die Seiten-Aquäducte in die Docke eingelassen werden müssen, das Schiff wäre groſs oder klein gewesen. Diese Nachtheile hat Herr *Groignard* mit dem Pontonthor und den drey Paar Fugen, welche in dem Grundrisse bey 1, 2, 3, 4, 5 angegeben sind, und worin es paſst, vermieden. Es kann nun dem innern Dockenraum näher gerückt werden, je nachdem das Schiff weniger groſs ist. Endlich dient das Pontonthor, während es eingesetzt ist, zur Brücke; alsdann wird ein Interims-Geländer darauf angebracht. Ist die Docke verschlossen, so stellt man 29 bis 32 verticale Schaufelwerke in die Schächte, welche am Hintertheil der Docke bey *e* angegeben sind, auf. Es wird abwechselnd von Galeerensklaven zweymal 24 Stunden damit gearbeitet, und die Docke ist des Wassers entledigt.

§. 200. *Gegenwärtiger Zustand der Docke zu Toulon.*

Ohngeachtet aller Vorsicht, womit diese Docke gebaut ist, haben sich einige Risse oder Oeffnungen gezeigt. Die eine ist queer in dem Kasten und die andere hat sich in einer Fuge, oben in der Decklage des Vorbodens, als die Docke zum erstenmal geschlossen wurde, eingestellt. Man schrieb sie dem Druck der Seitenwände auf das Gewölbe (*m n*) zu. Jetzt (1812.) soll das Filtriren wenig bedeuten. Mit einem Paternosterwerk kann man das Wasser, welches während 12 Stunden eindringt, binnen zwey Stunden ausfördern. Doch dieses soll keineswegs hier als Tadel stehen, sondern zum Beweise dienen: daſs dergleichen Bauwerke mit Anwendung aller möglichen Sorgfalt und Kenntnisse, dennoch kleine Nachtheile erhalten können, die der Unwissende gerne scharf tadelt, und die derjenige, welcher die Schwierigkeiten solcher Bauunternehmungen kennt, nicht als Mängel, denen der Erbauer schlechterdings hätte begegnen sollen, ansieht.

§. 201. *Die Doppeldocken zu Rochefort* T. 65.

Sie liegen hintereinander und beyde können mittelst einer Abdämmung getrennt werden. Die untere, welche zwischen den Banquets 52 Fuſs Breite hat, ist für Schiffe vom ersten Range bestimmt; die obere, deren Breite zwischen den Banquets 48 Fuſs beträgt und die 2 Fuſs höher als jene liegt, nimmt Schiffe vom zweyten und dritten Rang ein. Man wollte diesen Docken Fluth - und Ebbethore geben, das letztere, welches in den Docken das Wasser zu der für Schiffe nöthigen Höhe erhalten sollte, wenn man ein Schiff aus der untern in die obere Docke ziehen wollte, ist nicht eingesenkt (Description de trois formes de Brest. pag. 3.) Diese Docken haben zwo wesentliche Fehler, der erste: daſs sich in ihnen eine Menge Quellwasser, ohngeachtet der Grund aus Tufstein besteht, einstellt, und der zweyte: daſs sie zu breit, und nicht nach der Form der Schiffe gebaut sind, also zu viel Wasser einnehmen. Den ersten Nachtheil hat man dadurch zu verbessern gesucht, daſs man 1720 den Boden der untern Docke mit Mauer - und Holzwerk erhöhte, wie es das Profil E F zeigt. Ferner ist das Quellwasser der untern Docke in zwo Fontainen gesammelt, und unter der Stapelrinne (cunette) bis zu der Quelle (source) geführt. Das Wasser der obern Docke ist gleichfalls in einer Brunnenstube (Fontaine) gefaſst, und von dieser läuft es in der Stapelrinne nach der benannten Quelle. Von hier aus wird das gesammte Quellwasser beyder Docken durch einen Aquäduct *M* zu der Schöpfmaschine geführt. Diese hebt also das Wasser und von ihr fällt es, durch einen Aquäduct *c c*, der Brunnenstube *e* und der Schützschleuse *f* zu, über den Vorboden der Docke, die es vom Schlamme reinigt, in den Charente - Fluſs.

Man wollte dieses Wasser, mittelst des Ableitungs - Aquäducts *b b*, durch die Schleuse *g* aus der Docke lassen, aber derselbe ist verfallen und statt seiner dient die Maschine. Ueber den steinern Boden liegt, wie der Grundriſs zeigt, noch ein hölzerner Boden. Dem Durchdringen des Quellwassers auf der Charente hat man mit den Lehmdammungen *k* und *l* begegnen wollen. Besser wäre es gewesen, wenn die Docken nicht nur in Spundwänden eingefaſst, sondern auch nach der Queere mit mehrern versehen worden wären und einen tüchtigen Pfahl - und Balkenrost erhalten hätten. Da die Kupfer diese Docken deutlich darstellen und ich keine merkwürdigen Data davon habe, so beschlieſse ich die Beschreibung und bemerke nur noch, daſs bey *r* Fig. III. ein Krahnen steht, daſs ferner zwischen den zwo Abtheilungen eine Brücke 3 liegt, und daſs in dem Profil I L das Thor mit seiner Spreitzung 8 und die Schleuse *f* und *g* zu sehen sind.

§. 202. *Construction des Schiffs - Stapels oder Werftes auf der Insel de la Matûre bey Toulon.* Tab. 67. Fig. 5.

Dieses Werk ist uns vorzüglich merkwürdig, weil es in einem Kasten erbaut ist, dessen Construction von derjenigen, nach welcher der Kasten, worin die Schiffsdocke von Toulon aufgeführt ist, abweicht. Die Länge dieses Werftes ist 180 Fuſs

und er ist 18 Fuſs breit. Dessen Neigung verhält sich zur Länge, wie 1 : 14. Belidor Tom. II. §. 858. bemerkt sehr richtig: daſs es zu steil, zu kurz und um 6 Fuſs zu schmal ist. Wahrscheinlich ist es nur für Galeeren erbaut.

Um den Grund zu ebnen, bediente man sich der gewöhnlichen Baggermaschinen und mit denselben wurde eine Fläche von 36 Toisen lang und 10 Toisen breit geebnet. Sie erhielt 4 Fuſs Abhang, so daſs sie oben 18 Fuſs und am Ende 22 Fuſs unter dem Wasserspiegel lag. Jetzt wurden drey Kasten, jeder 60 Fuſs lang, dergestalt gezimmert, so daſs sie nur einen einzigen Kasten, nach der schräge des Stapels, ausmachten, dessen Höhe oben 22 Fuſs und unten 26 Fuſs betrug. Ehe man die Kästen versenkte, wurden die drey Seiten mit einer Spundwand *a* Fig. 5. T. 67. in einer Entfernung von 6 Fuſs, umgeben. Längs dieser kamen Gurtungen, vor welchen man Pfähle *b* auf 3 Fuſs Abstand einrammte und an diesen wurden diejenigen Taue befestigt, welche die Kisten über den Bezirk hielten, auf welchem sie versenkt werden sollten. Nachdem das Mauerwerk in jedem Kasten bis auf eine gewisse Höhe aufgeführt war, um, mittelst dessen Schwere und des einzulassenden Wassers, den Kasten sinken zu machen, lieſs man den obern Kasten auf den Grund, indem in ihn Wasser eingelassen wurde. Jetzt wurde der Zwischenraum *a c* mit Thon ausgefüllt; auf diese Weise konnten die Kästen vom Meere keine Erschütterung leiden. Nun pumpte man das Wasser aus denselben und mauerte sie so weit aus, als die Oberfläche des Stapels gehen sollte. Auf diese Weise verfuhr man auch mit den übrigen zwo Kästen. Um das gesammte Mauerwerk, welches mit Verzahnungen, in der Nähe der Scheidewände stehen geblieben war, zu verbinden, wurden die Scheidewände der Kasten *c c* abgeschlagen. Sobald die Mauer vollkommen erhärtet war, wurden die Spundwände *a b* ausgezogen und die Seitenwände der Kästen gleichfalls abgenommen. Diese Methode war deſswegen mit solcher Vorsicht gewählt, weil die Mauer nach einer schiefen Fläche aufgeführt werden muſste, also einen ungleichen Druck oder Schwere hatte, folglich konnten die Kasten nicht gleichförmig sinken. Der Stapel wurde dann oberhalb mit Quadern gedeckt, wie Fig. 4. zeigt. Aber die Steine sind zu klein, und deswegen mit Klammern verbunden, welche Methode mit Recht getadelt zu werden verdient: denn man muſs des Eisens beym Wasser so wenig als möglich gebrauchen, weil es rostet, und vorzüglich vom Seewasser verkalcht oder oxidirt wird. In der 5. Figur T. 67. sehen wir: daſs der Kasten mit Vertical-Planken bekleidet ist, und daſs diese die Dichtigkeit geben; daſs er unten mit Bruchsteinen und oben mit Quadern ausgemauert ist. Dergleichen Kästen, die wasserdicht seyn sollen, mache man lieber aus horizontalen Balkenlagen, und bringe nach aussen verticale Gurtungen an; alsdann wird man sich nicht nur eine lange Dauer, sondern auch Dichtigkeit versprechen können. Ich habe von der Dichtigkeit solcher aufeinander horizontal liegenden Hölzern die überzeugendsten Be-

weise gesehen, nicht nur bey der einfachen Abdammung der Schleuse von Slykens, sondern auch bey den sogenannten Wasserstuben im Murgthal, woselbst sie den *Murgflufs*, im Grofsherzogthum Baden, dessen Breite über 200 Fufs betragen mag, auf acht Fufs Höhe abschliefsen. Auch die Balkenwände des Landshuter Isarwehres, welches ich i. J. 1810. erbauet habe und das ich beym Wehrbau beschreiben werde, widerstehn nicht nur dem Andrange des Stromes vollkommen, sondern lassen auch, wenn man beym Zulegen darauf achtet, dafs sich nicht Treibzeug zwischen den Zulege-Balken setzt, wenig oder gar kein Wasser durch.

§. 203. Dieses Kapitel sey nun mit der Bemerkung beschlossen: dafs zu *Portsmouth* auch eine für kleine Fahrzeuge bestimmte Docke, aus einem Schiffsrumpf eines alten Linienschiffes gemacht ist, den man versenkte, am vordern Theil mit einem Stemmthor versah, und der hinten eine verticale Wand erhielt. (s. p. 105. der Recueil de Mémoires par Lesage 1810.)

VIERTES KAPITEL
DER PRACTISCHEN HAFENBAUKUNDE.

Von den Leuchtfeuern und Leuchtthürmen.

§. 204. *Erklärungen und Grundsätze.*

Die Leuchtsignale, welche entweder auf dem festen Lande an dem Eingang der Rheden, wie bey *Havre*, *Genua*, *Kekduynen* und *Lizard*; an den Häfen, wie bey *Ostende*, *Cette*, *Livorno* und *Portland;* die an solchen Meeresküsten, vor denen Sandbänke und Felsriefs liegen; die auf Landspitzen (Kaps) welche ins Meer hervorragen; oder die auch auf isolirten Felsen, Sandbänken, Inseln und Klippen brennen: als die Leuchtthürme von *Corduan*, *Baleine*, *Edystone;* die Leuchtfeuer von *St. Agnes*, *Bornholm*, *Christianssoe*, *Marstrand*, *Casquets* und *Smalls;* alle solche Leuchtfeuer sind für den Seefahrer von der äufsersten Wichtigkeit, indem sie ihm zur Nachtzeit die Gegend anzeigen, wo er sich befindet, und welchen Cours er einhalten mufs, um seiner Absicht gemäfs zu segeln. Ohne dieselben würden Tausende von Schiffen jährlich stranden und nie bey dunkeln Nächten in die Häfen einlaufen. Diejenigen, welche am Eingange seichter Hafenstrafsen stehn, werden daher nur alsdann angezündet, wenn das Meer so hoch fluthet, dafs die Schiffe einlaufen können. Sie werden angelegt 1) blos auf Anhöhen, 2) auf Thürmen, oder es sind 3) bewegliche Leuchtsignale.

Das einfache und minder kostbare Leuchtfeuer ist also das erste. In einem aus eisernen Stäben bestehenden Rostkasten Tab. 66. Fig. XI. auf dessen äufsern Rande gekrümmte Eisenbleche a) gehackt werden, um die dicken Roststangen b) vor dem vom Feuer bewirkten Abſplittern zu verwahren, brennen Steinkohlen. In gleicher Absicht wird, auf den Boden der Rostpfanne, Sand geschüttet, so dafs also ein Kohlenrost, wie ich einen solchen bey Kekduynen am Maars-Diep; auf der Insel Vlieland und auf der Insel Terschelling gesehen habe, viele Jahre halten kann; besonders wenn die Stäbe aus Gufseisen bestehn. Solche Feuer nennt man auch *Blüsen*. Wo also die Steinkohlen nicht zu theuer sind, wird man sich ihrer mit Nutzen bedienen können. Ein solches Feuer leuchtet dreyſsig englische Meilen weit, wie Smeaton anführt. Brennt man die Kohlenfeuer aber auf Thürmen, die mit weiten und hohen Glasfenstern versehn sind, so hat man nicht immer solche Kohlenroste nö-

thig, sondern nur einen Feuerheerd; aber für einen starken Luftzug mufs alsdann gesorgt werden. Solche Leuchtfeuer brennen unter andern auf dem Leuchtthurm zu *Corduan*, zu *Spurn-point* in England, auf den Kirchthürmen zu *Goederede*, *Helvoet*, *Brielle*, *Katwyk;* auf den Leuchtthürmen des Eilandes *Urk*, am *Y Ort* vor Amsterdam, auf dem Leuchtthurme des Eilands *Marken*, bey *Enkhuisen*, und auf mehreren Kirchthürmen in Holland. Es ist bey ihnen zu beobachten: dafs der Heerd gegen die Fenster nicht niedrig, sondern etwa zur Hälfte derselben liegen mufs, damit das Feuer zum besten gesehn werden kann. Man brennt auch Kohlenfeuer in kleinen Pfannen, die an einem beweglichen Schwengel hangen, wie z. B. auf *Spurn-point*, welches unten näher beschrieben werden soll.

Die zweyte Art von Leuchtfeuer besteht aus Lichtern, wie z. B. auf dem Leuchtthurm *Edystone* Tab. 52. Die Lampen machen die dritte aus: so brennen z. B. die Holländer an allen Häfen der Südersee und an ihren innern Gewässern Lampen oder Laternen; so haben die Engländer im Jahr 1795. auf dem *Goodvin-Sand* ein Fahrzeug mit einer Laterne angelegt. Sie sind immer besser als die einzelnen Lichter, welche oft geputzt werden müssen, und auch wohl ausgehn. Indessen sind solche ordinaire Lampen und kleine Laternen nicht empfehlenswerth: denn der Wind löscht sie oft aus und die feuchte Witterung macht die Gläser trübe; auch sind sie auf eine grofse Entfernung nicht sichtbar; und welcher ununterbrochener Sorgfalt bedürfen sie nicht? Endlich haben sie mit allen andern Lichtern in den Häusern zu viel Aehnlichkeit.

Die vierte Art Leuchtfeuer — die argandischen Lampen mit Reverber-Spiegel von polirtem versilberten Messingblech — gehören ohne Zweifel zu den besten, weil sie nicht nur weit gesehen werden, sondern man auch das Feuer mit den geringsten Kosten und der wenigsten Sorgfalt unterhalten kann. Solche Leuchtfeuer brennen unter andern auf den Leuchtthürmen bey *Havre*, *Cette*, *Dieppe*, *Liverpool*, *Ostende*, *Memel* und bey *Cadix*. Der Wächter braucht höchstens nur einmal in der Nacht nachzusehn, da hingegen er beym Kohlenfeuer und bey den Lichtern öfters nachsehn, Kohlen aufschütten und alle Stunde die Lichter putzen mufs. Endlich gewähren diese Lampen-Feuer den grofsen Vortheil: dafs sie beweglich gemacht werden können, und zwar dergestalt, dafs sie sich horizontal im Kreise drehen, welches vermittelst eines Räderwerks und Gewichts bewerkstelligt wird. Auch kann man nach der Erfindung von *Lemoyne* einen Schirm vertical auf und nieder bewegen und damit die Lampen bedecken. Diese letztere Vorrichtung ist für den Seemann von der äufsersten Wichtigkeit; denn die Leuchtfeuer können so mehrere Minuten bedeckt seyn, folglich nicht leuchten. Aus der Zeit, welche das Leuchtfeuer hinter dem Schirm ist, wird der Schiffer gleich schliefsen, dafs er sich in der Nähe dieses oder jenes Hafens befindet, dessen Leuchtfener so und so lange, nach der ihm bekannten Einrichtung, die auf den Seekarten angegeben seyn sollte, unsichtbar bleibt. Man

wird eingestehn: dafs wo mehrere Leuchtfeuer nahe auf einander folgen, die der Seemann in einer Nacht passirt, er davon öfters irre geleitet werden könne. Befinden sich unter diesen nur ein Paar, wovon eines zwey Minuten und das andere drey Minuten bedeckt ist, so wird er sich gleich orientiren, aber ein Licht oder Feuer an der Küste angezündet, kann der Seemann für den Leuchtthurm nehmen, in dessen Nähe er sich zu seyn glaubt, und dessen Feuer noch nicht angezündet ist, weil das niedrige Meer das Einlaufen in die Hafenstrafse versagt. Leider hat man davon: dafs Schiffe eines solchen Irthums wegen gescheitert sind, unzählige Beyspiele! Dieser Irthum ist aber bey momentanen Leuchtsignalen nicht möglich.

Bey solchen Hafenstrafsen, in denen der Seichtigkeit wegen die grofsen Schiffe nicht früher als während hohen Wassers einlaufen können, wird das Anzünden *eines* Leuchtfeuers für die kleinern Schiffe oder auch für die Schifferboote früher als für die grofsen Kauffahrer nöthig. Deswegen hat man in einigen Häfen sich folgendermafsen zu helfen gesucht: im Hafen von *Tréport* wird eine Laterne angezündet, sobald die Fischer-Fahrzeuge Wasser genug in der Hafenstrafse finden; aber zur halben Fluthzeit, wobey gröfsere Schiffe einkommen können, wird eine Strohbutte angezündet, die ein gröfseres Licht gibt und zur vollen Fluth werden drey dergleichen angesteckt; aber zur Zeit der halben Ebbe bleiben nur zwey brennen. Zu *Calais* wird auch *ein* Feuer angezündet, sobald die Fischer des Wasserstandes wegen einlaufen können; und zur halben Fluthzeit wird ein zweytes hinzugefügt, welches man zur halben Ebbezeit wieder auslischt. Das eine Feuer brennt alsdann bis zu dem Augenblick, in welchem das Wasser in der Hafenstrafse dergestalt gefallen ist, so dafs die Fischer-Fahrzeuge nicht mehr einlaufen können. In beyden Häfen besteht das Leuchtfeuer aus drey grofsen Wachskerzen. So wird auf des westlichen Hafendammes Spitze am Hafen von *Ramsgate ein* Leuchtfeuer erhalten; bey Tage wird aber eine Flagge auf der nordwestlichen Klippe aufgesteckt, wenn das Wasser 10 Fufs in dem Bassin angewachsen ist. Zur Erkennung eines bestimmten Leuchtfeuers hatte man vor mehreren Jahren auf dem Observatorium zu Paris folgenden Versuch gemacht: auf die Glasscheiben der Laternen waren Figuren gemahlt, nach denen der Projectgeber ein Leuchtfeuer (nach den verschiedenen Figuren) von einem andern unterscheiden wollte. Auf hundert Schritt Entfernung konnten aber leider die Figuren nicht mehr erkannt werden!! Es scheint also kein anderes Mittel, um bewegliche Signale zu erhalten, übrig geblieben und erfunden worden zu seyn, als ein Drehfeuer oder einen beweglichen Schirm, der das Licht wechselsweise bedeckt und leuchten läfst. Zu diesem Zweck war in Schweden bey *Mastrand* eine Maschine errichtet, welche die genaue Erkennung des Leuchtfeuers zum Endzweck hatte und der Marine-Minister liefs für den H. le *Moyne* den Plan und die Beschreibung davon kommen. Sie besteht in einer Axe, an welcher vier Reverber-Lampen befestigt sind und die sich dreht. Diese Lampen stellen sich also dem Auge unter verschiedenen Rich-

tungen dar und zeigen ihm ein bewegliches Licht. Aber ein an der Küste brennendes Feuer, vom Winde bewegt, kann auch ein bewegliches Leuchtfeuer seyn. Hieraus sehn wir: daſs H. le *Moyne* diese Erfindung verbessert hat: seine Leuchtmaschine hat zwey Bewegungen; die erste ist ein Uhrwerk, welches die Stunden anzeigt, die sie auch schlagen kann, wenn man es für nöthig hält, und eine solche Uhr ist immer sehr nützlich beym Eingang eines jeden Hafens, damit sich der Hafenwärter darnach bey dem Anzünden und seinen Observationen richten könne. Die zweyte Bewegung entsteht von einem Eschappement der erstern und sie stellt zwey groſse Schirme oder Tambours hoch und niedrig, welche also das Leuchtfeuer periodiſch erscheinen lassen und bedecken. Diese Zwischenzeiten könnten sonach bey jedem Leuchtfeuer verschieden seyn. So könnte man, z. B. wie le Moyne meint, das Leuchtfeuer auf der Insel *Matthieu* so einrichten: daſs es zwey Minuten bedeckt wäre und sechs Min. leuchtete; das Leuchtfeuer von *Quessaint* sey eine Min. nicht sichtbar und leuchte drey Min.; der Leuchtthurm auf der Insel leuchte neun Min. und drey Min. nicht; endlich sey das Leuchtfeuer auf *Oleron* so einzurichten: daſs es vier Min. nicht leuchte und zwölf Minuten leuchte. Auf diese Weise kann man dem Seefahrer durch die Bedeckung und Erleuchtung zu erkennen geben: ob es Fluth, Ebbe, halbe Ebbe, oder auch halbe Fluth im Hafen ist. Man müſste dieſs nur alles zur Kenntniſs der Seefahrer, mittelst Seekarten und Schiffskalender, bringen. Wir sehn also: daſs sich auch dabey alle die Schwierigkeiten heben lassen, welche oben erwehnt sind.

§. 205. Solcher beweglichen Feuer sollten vorzüglich die Holländer bey einigen Häfen der Südersee anbringen, weil dieselben nahe aufeinauder folgen und daher das eine von dem andern, während finstern Nächten, nicht unterschieden werden kann. Aber nur zu Dieppe habe ich ein solches Drehfeuer gesehn! Dort steht auch das groſse Modell, welches das Licht eine Minute überdeckt und drey Minuten sehn läſst; dessen bediente sich der le *Moyne*, um seiner Erfindung Eingang zu verschaffen. Er stellte es nämlich in der Nähe von *Versailles* auf, damit der König es sehen konnte.

Wenn man sich eine andere Einrichtung dergestalt gedenkt, daſs einige Reverber-Lampen nahe beysammen angebracht sind, und sich unter einem groſsen mit einem Einschnitt versehenen Schirm im Kreise bewegen; so ist es einleuchtend, daſs sie nicht so kostbar ist, als eine solche Beleuchtung von Lampen, die im Kreise gestellt sind, oder als diejenige Einrichtung, nach welcher sich ein mit einer Oeffnung versehener Schirm um die Lampen herum bewegte; auch wird man bey jener Einrichtung die Lampen näher zusammen hängen, also ein gröſseres Licht hervorbringen können. Indessen will ich gerne einräumen, daſs des H. le *Moyne* Erfindung, die in dem verticalen Auf- und Niedergang des Schirmes besteht, dieser Idee weit vorzuziehn sey. Bin ich recht berichtet, so ist vor etwa 25 Jahren auf der Insel *Matthieu* ein solches Drehfeuer von ihm angelegt worden. Aber nicht allein in Frankreich,

sondern auch in Spanien finden wir ein ähnliches Leuchtfeuer. Vor etwa 15 Jahren ist nämlich die Beleuchtung so auf dem Leuchtthurm zu *St. Sebastian* bey Cadix T. 68. angeordnet. Drey Reihen Reverber-Lampen, jede Reihe zu vier Lampen, drehen sich, mittelst eines Räderwerks, um eine gemeinschaftliche Axe in 3 Minuten Zeit und leuchten dann in jeder Periode zwey Secunden. Zu *Christiansoe* ist von dem Ritter v. *Löwenörn* auch ein rotirendes Blinkfeuer (T. 100. F. 55.) errichtet, von dem die Beschreibung am Ende dieses Kapitels folgt.

§. 206. Um den Cours, in welchem der Schiffer steuren muſs, damit er den Eingang der Häfen erreicht, oder im Fahrwasser derr See- und Fluſsmündungen bleibt, zu bestimmen, sollten bey solchen gefährlichen Eingängen allemal zwo Leuchtsignale stehn, die genau in den Seekarten angedeutet seyn müſsten. Das eine sey höher wie das andere, damit man sie gleich unterscheide. Ein einziges Leuchtfeuer kann selbst in groſser Entfernung mit einem Sterne verwechselt werden, wovon man Beyspiele hat. Dieser angeführten Rücksichten wegen stehn bey *Havre* zwey Leuchtthürme; auf den *Casquets*, zwischen den Inseln *Jersey* und *Origny*, brennen drey Leuchtfeuer neben einander und auf dem Cap *Lézard* sind zwey befindlich; auf dem Cap *Portland* zwey; auf der Insel *Terschelling* stehn zwey Kohlenroste; ja auf dem *Spurn-point* in England steht ein Leuchtthurm und eine bewegliche Leuchtmaschine.

§. 207. *Die Höhe der Leuchtsignale* wird sich nach dem Abstande, in welchem sie von dem Seemann gesehn werden müssen, richten. Unter 30 bis 40 Fuſs über die Oberfläche des niedrigen Meeres dürften doch wohl wenige zweckmäſsig seyn. Auf den Leuchtthürmen von *Havre* hangen die Lampen 380 Fuſs über die Meeresfläche; in dem Leuchtthurm von *Edystone* sind die Lichter 80 F. über die niedrige See aufgehangen; auf dem *Spurn-point* ist das Kohlenfeuer des Leuchtthurms 80 F. und das der Leuchtmaschine 56 F. über das niedrige Meer erhaben; zu *Dieppe* hängt das Drehfeuer wenigstens 40 F. über die niedrige See und bey *Calais* und *Memel* hangen die Lampen und Lichter hundert Fuſs und mehr über das Meer empor. Wie hoch mag aber nicht der Leuchtthurm, welcher bey *Boulogne sur mer* auf die Falaisen stand, gewesen seyn? Caligula hatte diesen mit 12 Galerien umgebenen Thurm, dessen Umfang 200 Fuſs betrug, bauen lassen! Er soll die nämliche Form, wie derjenige, welcher bey dem Schlosse *Dower* steht, gehabt haben. Die Römer nannten ihn Turris ordans oder Turris ordensis, und in *Boulogne* nannte man ihn la tour d'ordre. Er stand noch 1643, aber leider hat die Gewinnsucht dessen Einsturtz befördert, denn die Einwohner öffneten an seiner Basis einen Steinbruch und verkauften die Steine nach Holland!

§. 208. Nach diesen allgemeinen Erörterungen komme ich zur

Beschreibung merkwürdiger Leuchtthürme.

1. *Der Pharus zu Alexandrien.*

Seitdem die Schifffahrt von einiger Bedeutung war, hat man Leuchtfeuer gehabt und nicht selten sind sie zugleich ein Gegenstand der Pracht ihrer Erbauer gewesen. So zählten die Alten den Pharus zu *Alexandrien* unter die sieben Wunderwerke der Welt. Er wurde von Ptolomäus erbaut, 283 Jahr vor Chr. Geb. vollendet, und dieser gab dem Architecten Sostratus von Gnidus die Erlaubnifs, sich durch die Inschrift: *Sostratus von Gnidus, Sohn des Dixiphanus, hat dieses Werk den Göttern, unsern Erhaltern, und dem Wohl der Schifffahrer geweihet*, zu verewigen. Den Nahmen *Pharos*, wonach die Leuchtthürme ihre Benennung erhalten haben: als der Pharus zu Messina (Faro de Messina) u. m. erhielt er von der Insel, auf deren östlichen Felsenspitze er stand. Seine Mauern wurden von der See bespült, und dies prachtvolle Gebäude bildete ein Viereck, von weissen harten Steinen aufgeführt. Dessen Höhe betrug, nach einem nubischen Geographen des XII. Jahrhunderts 300 Cubitus d. i. 547 engl. Schuh *). Auf dem obern Theil dieses Thurmes brannte zur Nachtzeit das Feuer, welches dem Seemann, der vor dieser gefährlichen mit Klippen und Sandbänken besetzten Küste vorüber segelte, zum Leitstern diente.

Nach dem Geschichtschreiber *Josephus* soll man dieses Leuchtfeuer auf 300 Stadien (28350 T. oder 14700 Rheinländische Ruthen à 12 Fufs) weit haben sehen können. Die Kosten dieses Leuchtthurm wurden auf 800 alexandrinische Talente geschätzt, welches also nach de l'Isle 1832000 Rthlr. Conv. Münze betragen würde. Dessen Gröfse läst sich nicht bestimmen: nach dem Josephus wird er über 88 Fufs im Durchmesser gehabt haben, und die Dicke der Mauer wird 20 Fufs betragen. Sollte man von einem solchen Gebäude, welches von solchen Materialien aufgeführt war, nicht eine Dauer bis auf unsre Zeiten erwarten? und doch hat die Zeit ihn fast gänzlich vernichtet und nur die Fundamentmauern sind auf der Insel Pharillon, zwischen Felsen, sichtbar; Ueberreste, die der General Andrèossi gesehen hat, wie er mir versicherte. Ob er durch ein Erdbeben oder durch Menschen, die nur zu oft ein Vergnügen darin finden, Werke des Fleisses und der Kunst zu vernichten, zerstört wurde, ist unentschieden. Nach dem arabischen Schriftsteller Abulfedas stand er noch im XIV. J. Also hätte er 16 Jahrhunderte dem verheerenden Zahn der Zeit Trotz geboten.

2. *Die Leuchtfeuer zu Brindisi* (Brundisium) am adriatischen Meer, standen zwischen dem äufsern und innern Hafen auf beyden Seiten der Fahrt. Sie waren oben auf corintischen Säulen gestellt. Von denselben ist noch eine vollkommen erhalten, und sie besteht aus einer grünen und weissen Marmor-Art, Cipellino genannt.

*) Dissertation sur le Phare d'Alexandrie par Monfaucon Acad. royal des Inscript. et B. L. Vol. VI. 577.

Der obere Theil der Säule ist mit Sirenen, Acantuslaub und Tritonen verziert. Oben auf der Säule steht eine runde Vase, welche das Leuchtfeuer enthielt. Da die Säule nicht hohl ist, so wollen sie einige Schriftsteller nicht für eine zum Leuchtfeuer dienende Säule gehalten wissen.

3. *Das Leuchtfeuer zu Ostende* besteht aus einer etwa 60 Schuh hohen, von Werkstücken aufgeführten toskanischen Säule T. 63. Zu dem aus vier Reverberlampen bestehenden Leuchtfeuer bin ich in die Säule auf einer Wendeltreppe hinaufgestiegen.

4. *Der Leuchtthurm genannt Corduan, vor der Garonne Mündung*, ist ohne Zweifel der gröſste Leuchtthurm, dessen sich jetzt Europa rühmen kann. Er ist von Ludwig de Foix im J. 1584. angefangen; endlich unter Heinrich IV. 1610. vollendet worden, und steht auf einem Felsen, den die Fluth nicht bedeckt, woran sich aber die Wogen mit fürchterlichem Toben brechen. Belidor in seiner Arch. Hyd. Tom. II. Part. II. §. 801. gibt davon eine Beschreibung, in welcher wir leider das Wesentlichste vom Bau, das ist die Gründung des Thurms auf den Felsen, vermissen. Ich verweise also auch denjenigen, welcher sich von dem Gebäude eine anschauliche Kenntniſs erwerben will, auf Belidor selbst. Dieser Thurm ist 169 Fuſs hoch. Nachdem er 50 Jahre gestanden, so hatte das Holzfeuer und nachher das Steinkohlen-Feuer die Mauren um das Feuer herum calcinirt und die Kuppel oder Laterne muſste erneuert werden, als zuvor ihr beschädigter Theil abgetragen war. Man vermied bey dieser neuen Laterne den Fehler der ältern, welche zu breite Pfeiler hatte, die das Licht deckten, und der Ingenieur Bitri projectirte eine eiserne, Tab. 66. Fig. V. u. VI., welche auch 1727. aufgerichtet wurde. Sie ist mit Bley gedeckt. Die eisernen Pfeiler *m. m. m. m.* sind unten $3\frac{1}{2}$ Zoll, oben $2\frac{1}{2}$ Zoll pariser dick, und mittelst eines eisernen Ringes *d f* verbunden. Die Kuppel *d g h f* ist von Eichenholz und mit Bley gedeckt; sie bildet nach dem untern Theil *e* zu, die Figur eines umgekehrten Kegels, damit die Leuchtung des Feuers, welches von der hohlen Kuppel zurückfällt, verstärkt wird. Vorher brannte man Eichenholz, aber nach 1727. Steinkohlen, und gebrauchte in jeder Nacht 225 Pfund *). Jetzt ist der Leuchtthurm vom Boden bis zur Fahne 175 Fuſs hoch.

5. *Die beyden Leuchtthürme ohnweit Havre Tab.* 59. *und* 66. sind wahrscheinlich die ersten Leuchtsignale mit argandischen Lampen und Reverberspiegel. Die Beleuchtung ist vortrefflich: in dieser Hinsicht verdient die Leuchtkuppel näher beschrieben zu werden. Diese Leuchtthürme, welche ich am 11. July 1800. besuchte, stehen 47 Toisen vom Meerufer und 200 Fuſs auseinander. Die Lampen hangen 380 Fuſs über das niedrige Meer. Eine Horizontallinie durch ihre Mitte gezogen, macht mit dem Thurm von Nôtre Dame zu *Havre* einen Winkel von 113° 46′. Der

*) Jetzt werden 200 bis 350 Pfund Steinkohlen jede Nacht verbrannt. Fischers Reisen p. 26.

Ingenieur *Du chesne* hat sie 1775. erbauet und sein Andenken dadurch verewigt. Die Leuchtkuppel Tab. 66. F. 1. und 2. hat 9 Fuſs im Durchmesser. Die Rückwände der Lampenbüchsen stehen von *c* bis *d* und von *g* bis *h* Fig. 2, fünf Fuſs auseinander. Es sind zwey Reihen Lampen *A* und *B*, welche auf eisernen Kreutzarmen *c d* u. *e f* Fig. I. und *c d g h* F. II. auf dem eisernen Ringe, welcher an diesen Kreutzarmen befestiget ist, stehen. Beyde Lampenreihen hangen durch die Stäbe *i i* zusammen. Mittelst dieser Stäbe und der gezahnten Stange *f* F. II. können die Kreutze und also auch die Lampen hoch und niedrig gestellt werden, um sie bequem anzuzünden. In jedem Range stehen acht Lampen, von denen im untern hat jede Lampe drey Dochte und im obern zwey Dochte, so daſs in allem 40 Dochte brennen können, wenn das Wetter trübe ist. Die Concavspiegel haben die Form *C D* Fig. II. und von vorne anzusehn die Form *C D* Fig. III. *k g* Fig. II. ist die Oehlbüchse, und *e* der 2 Zoll breite und 2 Linien schmale Zeug Docht. Durch die Mauer, worauf die Feuerkuppel oder Laterne steht, gehen drey horizontale Oeffnungen 1. 2. 3. Fig. 1. und durch das Kupferdach Fig. IV. zwey verticale Röhren *H H*. Diese fünf Oeffnungen unterhalten einen Luftzug, um das Brennen der Dochte zu befördern. Unter dem Dach sind zwischen den verticalen eisernen Stangen *k* 60 starke Spiegel-Glasscheiben, jede ist zwey Fuſs hoch und 18 Zoll breit, und sie sind zwischen eisernen Stäben befestigt.

Die Figur und Form der äuſserst glatt polirten Blech-Reverberspiegel *), welche die Strahlen des Lichts gerade vorwärts werfen, scheint mir sehr zweckmäſsig zu seyn; insbesondere muſs die groſse Concavität zur Verstärkung des Leuchtens wesentlich beytragen. Der Lampenapparat ist also sehr einfach. Die Luftzüge erhalten die Lampen beym Brennen und mäſsigen die Wärme in der Leuchtkuppel, welche ohne sie unausstehlich seyn würde. Diese horizontalen Luftzüge scheinen an dem Memeler Leuchtthurme, welcher übrigens von *Lilienthal* — ein rühmlichst bekannter Praktiker — mit vieler Sachkenntniſs angelegt ist, zu fehlen, oder es müſste dann die durch den Thurm aufgehende Oeffnung, wodurch die nöthigen Sachen in die Kuppel aufgewunden werden, unbedeckt seyn; welches aber doch von keinem Effect seyn wird, wenn die Fenster und die Thurmthüre so wie die Thüre in der Kuppel zu ist, wofür der Lichtwächter sorgen dürfte, insbesondere bey stürmischer und kalter Witterung. Auch scheint mir die Bewegung und die Stellung der Lam-

*) Sie sind von den Pariser Straſsen-Reverberlampen darin unterschieden, daſs sie Seiten-Ausschnitte (F. III.) haben. Diese sind etwas zu stark, weil sie dem Licht seitwärts eine Ausbreitung gestatten, welche bey Straſsenlaternen nothwendig ist, aber die untern und obern Ausschnitte sind, wegen dem freyen Spiel der Flamme und um den Luftzug von unten auf nicht zu hindern, zweckmäſsig, und diese haben auch die Pariser Lampen. Daſs die Seitenausschnitte nicht nöthig sind, beweisen auch die Lampen auf dem Leuchtthurm zu Liverpool; denn die Reflectors oder Reverberspiegel sind daselbst parabolisch. Der vordere Docht besteht aus Baumwolle und aus einer Kanne tröpfelt das Oehl in ein mit der Dochtröhre communicirendes Kästchen.

pen in den Leuchtthürmen bey Havre zweckmäſsiger als im Memeler Leuchtthurm zu seyn, weil sie näher beysammen, und im Cirkel wechselsweise übereinander stehen, auch gleich groſse Reverberen haben; das Licht aller Lampen concentrirt ist, also stärker leuchten muſs und endlich nur einerley Licht, nämlich Lampen, brennt. Darin hat aber wohl das Leuchtsignal bey Memel einen Vorzug vor dem bey Havre; daſs die Lichter nach der See gestellt sind, wie dies der Grundriſs VII. Tab. 66. zeigt. Doch ich will den Leser selbst urtheilen lassen, und deswegen aus der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend, dasjenige wörtlich anführen, was eine directe Beziehung auf diesen Gegenstand hat.

6. *Der Leuchtthurm an der Mündung des curischen Hafens bey Memel* ist 500 Schritt vom Strande auf einen Hügel, der sich 35 Fuſs über die Ostsee erhebt, und der selbst bis zu seiner äuſsersten Spitze 75 Fuſs hoch ist, von dem Baudirector *Lilienthal* i. J. 1796. erbauet worden. Die kostbare Unterhaltung des Steinkohlenfeuers in dortiger Gegend bewog denselben, auf eine zweckmäſsige und minder kostbare Beleuchtung zu denken. Nachdem er die vorzüglichsten Leuchtfeuer in dem angeführten Journal kurz erwehnt hat: so fährt er folgendermaſsen fort: „Eine andere Beschreibung von einem Leuchthause oder Thurm, darin in der obern Laterne sehr groſse concave Reflectors, von 1 Fuſs 8 Zoll Diameter, mit englischen Patentlampen angegeben worden, und wo vor der Lampe selbst groſse Plan-Convex-Gläser, die im Diameter 1 Fuſs 10 Zoll groſs sind, angebracht werden sollten, wurde aus England herbeygeschaft. Die Concave-Spiegel sollten nach solcher Beschreibung mit Silber plattirt seyn, und die vor der gläsernen Phiole, worin der runde Lampendocht brennt, anzubringende Plan-Convex-Gläser von solcher Gröſse und Stärke seyn, daſs letzter aus den hiesigen Glashütten, auch nicht in ihrer rüden Beschaffenheit, ungeschliffen angefertiget werden, noch so groſse Spiegel hieselbst plattirt werden können. Die auſserordentlich groſsen Kosten dieses Apparats, wenn man solchen auch aus England verschrieben hätte, die Besorgniſs des sehr frühen Verderbens der Hohlspiegel, welche einen wirklichen Mechanikus zur fortdaurenden nothwendigen Reinigung erforderten, und die Versuche selbst, welche man mit der Patentlampe und dahinter angebrachten groſsen Hohlspiegeln gemacht, wodurch eine Laterne von einem achtfüſsigen Durchmesser so sehr erhitzt wurde, daſs man darin gar nicht ausdauren konnte, haben den Directeur des Leuchtthurmbaues bewogen, auf andere Mittel zu denken, mit wenigern Kosten und Unbequemlichkeiten beynahe denselben Effect zu erreichen, welcher entweder von 32 groſsen Lichtern oder 8 Patentlampen zu erwarten war.„

„Nach sehr vielen Versuchen, die mit verschiedenen Arten der Hohlspiegel, von mancherley Formen, von diversen Focalgröſsen und Metallarten gemacht wurden, fand man, daſs ein bloſser abgekürzter conischer Spiegel, bey welchem der abgekürzte Theil mit einem Concavspiegel von einem groſsen Diameter geschlossen war,

den besten Effect hatte. Das Licht wurde in der Weite des vierten Theils der Entfernung des Diameters, wonach der Hohlspiegel formirt war, angebracht, da denn nicht allein der Kern, den der Concavspiegel formirte, einen äusserst hellen Schein von sich gab, sondern auch der ganze innere Theil des conischen Spiegels mit einem so hellen Reif, der dem Glanze der Sonne wenig nachgab, erleuchtet wurde. Dieses Licht erhellete in einer Distance von 100 Schritten eine ganze Strafse, und die Ausbreitung der Strahlen formirte einen grofsen Nimbus rund um den ganzen Spiegel. Ich entschlofs mich also, lediglich bey dieser erprobten und zweckmäfsig befundenen Form der Spiegel zu bleiben, dabey aber alle diejenigen Stücke, welche zu bequemer Besorgung der Lichter, bey dem Edystoner Leuchtthurm angewandt waren, zu imitiren. Nun kam es darauf an, einen Ort auszumitteln, wo der Leuchtthurm wirklich erbauet werden könnte, so dafs er den Seefahrenden den besten Vortheil schaffe und in seiner Grundlage sicher stünde.„

Herr Lilienthal gibt nun die Gründe an, welche ihn bestimmten, dem Leuchtthurm seine Stelle am Ausflufs des curischen Haffes ohnweit Memel, anzuweisen und raisonnirt sehr gründlich und mit Local-Kenntnifs. Dann beschreibt derselbe den Thurm und kömmt auf die Leuchtkuppel selbst. Er sagt: „der ganze obere Theil der eisernen Laterne (F. VIII. T. 66.) hat inwendig 10 Fufs im Durchmesser, und steht 6 Fufs hoch ganz frey, ist unterwärts 4 Fufs hoch noch mit einer dünnen Wand von Mauerwerk eingeschlossen und hat hinterwärts eine massiv gemauerte Rückwand, die ein Segment eines Zirkels, dessen Sehne 5 Fufs beträgt, ausmacht. Das Gespärre des Thurms ist, so wie alle andere Theile, von eisernen Stäben, so an drey verschiedenen Ringen festgeschroben sind, formirt und mit Kupfer gedeckt. Der ganze obere Aufsatz ist ebenfalls von Kupfer, und formirt den Schornstein, aus welchem der Dammpf heraustritt. Dieser Schornstein wird vermittelst eines beweglichen Cilinders von Kupfer auf der Wetter- und Windseite geschlossen, auch durch die an der hohlen Stange angebrachte kupferne Sirene allezeit nach dem Winde gedrehet, dergestalt, dafs die dem Winde opponirte Oeffnungen geschlossen werden können und solcher den Dampf nicht zurücktreibt. An dem eisernen Gerippe der Kuppel sind 3 zweifache Blockscheiben angebracht, vermittelst welcher der grofse Ring von 5füfsigem und der kleine Ring von 3füfsigem Diameter, die in einem Gleichgewicht stehen, durcheinander bis zu einer schicklichen Tiefe auf und niedergelassen werden können. Endlich befindet sich auch noch in der Mitte der Kuppel ein starker Ring, um vermittelst eines an solchem angebrachten Blocks und Scheibe, vom untersten Boden des Thurms, die zu der Versorgung der Laterne gehörigen Bedürfnisse heraufzuziehen.„ „Fig. VII. VIII. IX. X. Tab. 66. zeigen die Construction der innern Erleuchtung. Die Glastafeln, womit 5 Seiten des Thurms verwahrt sind, sind von sehr dickem und hellem auf der allensteinschen Glashütte besonders bestelltem Glase in eisernen Sprofsrahmen, mit fester Kitte eingefafst.„

„Die Erleuchtung wird vermittelst 5 grofser und 4 kleiner parabolischen Hohlspiegel, die durch eben so viele starke Lichte einen sehr hellen Schein erhalten, und welcher nach der weissen Rückwand der Laterne noch durch eine doppelte Patentlampe und 3 ordinaire Lichte vermehrt wird, bewirkt. Das Licht erscheint in der Entfernung von einer Meile oder 2000 rheinländischen Ruthen, in der Gröfse des Mondes, wenn er in der Erdferne ist, so wie man aber dem Ufer näher kömmt, so theilt sich das zusammengeflofsne Licht, so, dafs in der Entfernung von einer Viertel-Meile, man das Licht eines Reverber-Spiegels abgesondert erkennen kann. In der Entfernung von einer Meile hat das Licht eine röthliche Farbe, das dem Blüfs- oder Kohlenfeuer sehr ähnlich ist. Die ankommenden Schiffe können, sobald sie das Licht erblicken, bis auf 800 Ruthen oder 1600 Faden in den Strich von Südosten gerade auf den Thurm zu segeln; sodann aber auf der Rhede auf 10 Faden vor Anker gehen. Das Licht ist sowohl von der Preufsischen als Curischen Küste durch alle Compasstriche von Süden bis Nordosten zu sehen und bereits bis auf 3 deutsche oder 15 englische Meilen von verschiedenen Schiffen gesehen worden.„

7. *Der Leuchtthurm auf dem Felsen Edystone im Canal zwischen Frankreich und England. Tab.* 52. 53. 54. *und* 68.

Von diesem schön und kühn erbauten Leuchtthurm hat der Erbauer — John *Smeaton*, Ingenieur und Mitglied der Academie der Wissenschaften zu London — sein prachtvolles und umständlich verfafstes Werk *) herausgegeben; aus welchem der H. *Schmidt*, Professor der Mathematik auf der Universität Giefsen einen mir mitgetheilten Auszug zu übersetzen die Güte gehabt hat. Diesen will ich zu dieser geschichtlichen und raisonnirenden Beschreibung benutzen!

Lage und Eigenschaften des Felsen Edystone.

Dieser Leuchtthurm, den ein deutscher Schriftsteller mit Recht den Triumph menschlicher Kraft und Genie's nennt, steht auf ein Felsrief, die *Edystone-Felsen* genannt. Diese Felsen liegen im Canal, *SSW*, von *Plymouth-Sound*, T. 68., 14 engl. Meilen entfernt. Die Benennung *Edystone-Rocks* haben die Felsen von der Gefahr, welcher der Seemann in ihrer Nähe ausgesetzt ist und von der unregelmäfsigen und wirbelnden Strömung der Fluth und Ebbe. Diese ist so merklich, dafs wenn gleich im Canal die Fluth von Westen nach Osten regelmäfsig aufwallt und an dessen Ufern der Stillstand des Meeres nach der höchsten Fluth oder niedrigsten Ebbe eintritt, doch dies ganz anders in der Nähe dieser Felsen erfolgt: der Stillstand des Meeres ist nämlich daselbst, nach Smeaton, zur halben Ebbe - oder zur halben

*) Der merkwürdige Herausgeber des Recueil de divers mèmoires extraits de la bibl. I. des ponts et chaussées, der verewigte Inspector der Schule des Wege- und Brückenbaues zu Paris, *Lesage*, hat von dieser Beschreibung einen französischen Auszug in seinem Werke aufgenommen, der von dem gelehrten *Pictet* zu Genf aus dem englischen Original gezogen ist.

Fluthzeit, äufserst merkwürdig. Ohne zweifel ist die Lage dieser Felsenwände und der Küste vor *Plymouth* die Ursache solcher unregelmäfsigen und ungewöhnlichen Strömung; denn sowohl dies Felsenrief als die Küste steht dem Fluthstrom entgegen. Hierzu kömmt noch: dafs diese Felsen die anwogende Fluth spalten, und also Wiederströme erzeugen. Bey der Fluth sind sie (T. 54. F. 1.) vom Meer fast bedeckt, und bey der Ebbe ragen sie einige Schuh daraus hervor. Das Meer steigt hier bey Neu - und Vollmond 16 bis 18 Schuh, in den Aequinoctial - Zeiten 18 bis 20 Fufs und die ordinaire Fluth 11 bis 12 Fufs, also nicht so hoch als an den französischen und englischen Küsten. Ein Beweis dessen, was ich im I. Bande S. 112. gesagt habe. Das Felsrief, worauf der Leuchtthurm steht, heifst das *Hausrief*, die Felsenspitze *L* heist der *Nordfelsen* und *a* der *östliche Felsen*. Das Felsenrief *b* wird das *südöstliche Rief* genannt. *c* heifst der *südliche Canal* und *d e* das *südliche Felsenrief*. Die Abschüssigkeit des Hausfelsens ersieht man aus Tab. 52. Fig. 1. 2. und 6. Dessen Gipfel würde die Springfluth, bey ganz ruhigem Wetter, nicht erreichen; aber dies ist selten der Fall, denn die Brandungen stürzen sich fast unaufhörlich gegen und auf die Edyston - Felsen; die tobenden Wellen bedecken diese Felsen dann, ja sie hüllen zum öftern den Thurm gänzlich ein und erheben sich bey heftigen Seestürmen wohl 80 Schuh über dessen Spitze. Da brüllt also die Woge des weit aufwallenden Meeres hoch an dies Werk der Kunst und die stürmende Fluth hallt in die Ferne; und so ist es allen den Stürmen, die aus dem atlantischen Ocean sowohl, als der Biscaya-Bay das Meer anrollen, ausgesetzt. Die *Edystonfelsen*, welche sich $\frac{1}{4}$ bis auf $\frac{1}{2}$ Meile unter dem Wasser fort erstrecken, sind dem Seemann äusserst gefährlich, selbst mehrere Tage nach geendigtem Sturm brechen sich an ihnen die Schlagwellen oder Grundwogen mit schrecklicher Kraft, und verhindern das Anlanden, obschon das Meer einem Spiegel gleicht. Wie nothwendig und wohlthätig ist also nicht die Errichtung dieses Leuchtthurms, bey Tage zum Seezeichen dienend, gewesen!

Was die Festigkeit und die Materie dieser Felsen anbetrifft, so ist sie granitartig. In Hinsicht des schiefrigen Bruches kommen sie aber mit dem Killas (eine Art Hornblende aus Cornwallis) überein. Die Dicke der Schieferblätter wechselt $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll ab, und zwischen denselben ist viel Glimmer eingestreut. Nach dieser Beschreibung zu urtheilen, gehört der Edystonfels zu den in Hornblende - Schiefer übergehenden Gneisarten. Die Härte des Steins ist, nach der Richtung der Blätter, der Härte des Granits gleich, aber queer durch die Blätter viel beträchtlicher. Daher läfst er sich schwer in scharfen Kanten behauen, und er springt lieber nach der Richtung der Blätter als queer durch. Am besten läfst er sich bearbeiten, wenn man queer durch die Schichten Löcher bohrt. Das specifische Gewicht des Steins ist 2,639.

§. 209. Aus denen, nach Fadens oder Klaftern auf T. 54. F. 1. bey der Ebbe angegebenen Tiefen erhellet: dafs die gröfsten Schiffe zwischen dem süd - und südöstlichen Rief (durch den Südcanal *c*) von *N* nach *NNO* oder von *S* nach *SSW* (nach

dem Compas) durchsegeln können; hingegen Schiffe, die den Canal auf oder ab, von *WNW* nach *NW* gegen *W* oder umgekehrt gehen, müssen den Leuchtthurm 50 Faden südwärts lassen, um in einer Entfernung von 30 Faden, zwischen dem nördlichen Ende des Südriefs *b* und dem nordöstlichen Felsen durchzukommen *), wobey sie 10 Faden Wasser haben. Bey einem Lauf von *NO* oder *SW*, wobey der Thurm östlich bleibt, kann ein Schiff schon innerhalb 25 Faden von dem Thurm sicher segeln. Landen kann man an dem Hausfelsen mit Fahrzeugen, aber nur zwischen Fluth und Ebbe und nicht selten muſs in der Nähe desselben, wegen den Brandungen, umgekehrt werden.

§. 210. Die öftern Unglücksfälle der Schiffe auf diese Felsen, erzeugten den Wunsch: auf ihnen einen Leuchtthurm zu errichten. Wie groſs muſste aber nicht die Kühnheit des erstern Erbauers seyn, da er mit so vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte? Endlich 1696. fand sich ein mechanisches Kunstgenie, das alle Hindernisse besiegte. Henry *Winstanley* fieng den ersten Leuchtthurm in jenem Jahr, auf Kosten des Trinity-House, eines von der Königin Elisabeth, zur Errichtung der Seezeichen und Leuchtfeuer privilegirten Instituts, an; und vollendete ihn nach vier Jahren. So lange muſste er auf diesen Bau verwenden; nicht wegen der Gröſse des Gebäudes, sondern um der Schwierigkeiten willen, welche die an den Felsen brandende See beym Hin - und Herfahren verursachte. Während den zwo ersten Jahren konnte nichts, als was hinlänglich befestigt war, auf den Felsen zurückgelassen werden, ja! die Wogen der stürmischen See liefen 200 Fuſs über das Fundament des Gebäudes empor. Im ersten Sommer wurden daher nur zwölf Löcher in den Felsen gemacht, in denen zwölf eiserne Bolzen oder Stangen, (montants de fer) jeder 3½ Zoll dick befestigt wurden, die das übrige Werk halten sollten. Der zweyte Sommer wurde dazu angewandt: einen soliden runden Pfeiler zwölf Fuſs hoch und vierzehn Fuſs im Durchmesser aufzuführen. Ungeachtet nun der Aufenthalt auf den Felsen minder gefahrvoll gemacht war: so muſste doch das Herbeyfahren der Materialien von einer entfernten Küste mit groſsem Zeitverlust gepaart seyn. Erst im dritten Jahr wurde der angefangene Pfeiler bis zu 16 Fuſs im Durchmesser verstärkt; das ganze Gebäude bis zur Fahne (gironette) achtzig Fuſs hoch aufgeführt und den 14. Nov. 1698. zum erstenmal mit Lichter versehen. Die Steinlagen des Fundaments waren mit eisernen oder kupfernen Ringen umgeben, wahrscheinlich, um das Auswaschen des Mörtels vom Seewasser zu verhindern. Winstanley war mit der anfänglichen Höhe des Thurmes nicht zufrieden, sondern er verstärkte das Fundament um vier Schuh und führte das Gebäude 20 Schuh hoch, sehr stark, auf. Er nahm den obern Theil ab und gab dem Thurm eine Höhe von Einhundert zwanzig Schuh: denn die Wogen oder Brandungen hüllten die Laterne auch noch bey dieser Höhe ein!

*) Dieser Felsen liegt in der Richtung *e. l.* Tab. 52. 130 Faden vom Leuchtthurm entfernt.

§. 211. Die ungleichartigen Materialien, als Holz und Steine, welche der Erbauer an diesem Thurm angewendet hatte und dessen eckigte Form, so wie die Verbindung aller Theile, schien ein gegründetes Misstrauen gegen die Dauer des Gebäudes zu erregen, und als Winstanley im Nov. 1703. einiger an dasselbe vorzunehmenden Reparaturen wegen sich in Plymouth befand, um sich einzuschiffen, riethen ihm seine Freunde, während seines Aufenthaltes auf dem Leuchtthurm, vorsichtig zu seyn. Er aber schien von der Festigkeit seines Werkes so vollkommen überzeugt: dass er nichts begieriger wünschte, als auf demselben den heftigsten Sturm zu erleben, um die Wirkung desselben recht zuzusehen. Leider wurde ihm dieser Wunsch erfüllt: in der Nacht vom 26. auf den 27. Nov. 1703., wo er sich auf den Thurm begeben hatte, trieb der sausende Orcan die fluthende See hoch auf gegen denselben, und so zerstörte sie das ganze Gebäude, dass man bis auf die in den Felsen befestigte Eisen weiter keine Spur davon entdeckte; und er wurde ein Opfer seines rühmlichen Eifers, der ihm überdies einen Vorschuss von 3093 Pfund Sterling gekostet hatte, wofür die unglückliche Wittwe nur ein Jahrgeld von 100 Pfund, aus dem königl. Schatze erhält! !

§. 212. Winstanly's verunglücktes Unternehmen hatte zwar den Nutzen und die Möglichkeit der Erbauung eines Leuchtthurms auf den Edystone-Felsen erwiesen; aber auch vorsichtiger in der Wahl der Ausführung gemacht. Der Pächter der Einnahme für das Leuchtfeuer, Capitain *Lovel* oder *Louvet*, der den Thurm auf seine Kosten erbauen und ihn 99 Jahr unterhalten musste, weil er so lange die Leihe hatte, wählte zum Architecten John *Rudyerd* und dieser talentvolle Mann zu seinen Gehülfen, die Herrn *Smith* und *Norcatt*. Beyde waren Schiffszimmerleute auf den K. Werften zu Woolwich.

Rudyerd, indem er die Fehler des Winstanleyschen Leuchtthurmes kannte, führte ein einfaches *rundes* Gebäude, in Form eines abgekürzten Kegels, ohne alle Verzierungen auf, um dem Wasser so wenige Anstosspuncte als möglich darzubieten. Die Oberfläche des Felsen Tab. 52. Fig. 5. bildet einen Kreiss von 28 Fuss im Durchmesser. Die Grundfläche von Rudyers Leuchtthurm hatte nur 24 Fuss. Innerhalb derselben wurden 36 Löcher, z. B. die in Fig. 5. Tab. 52. mit Zahlen bezeichneten, in den Felsen gehauen, welche die eisernen Stangen oder Bänder *c*, *x*, Fig. 6., die das Gebäude fest halten sollten, aufzunehmen bestimmt waren. Man bohrte je zwey Löcher von 2½ Zoll im Durchmesser so neben einander in den Felsen, dass ihr äusserer Rand oben auf dem Felsen 7½ Zoll, in einer Tiefe von 15 — 16 Zoll, aber 8½ Zoll von einander abstand. In die Mitte zwischen zweyen Löchern wurde ein drittes gebohrt, und darauf die übrige Felsenmasse mittelst eines viereckigten Meissels ausgehauen. So entstanden Höhlungen von der Gestalt eines Schwalbenschwanzes, welche 2½ Zoll breit, oben 7½ Zoll, auf dem Boden 8½ Zoll lang und 15 — 16 Zoll tief waren. Zu jedem Loch wurde eine genau passende Stange *a b* Tab. 52. Fig. 7. ge-

schmiedet. Diese eiserne Befestigungskeile bestanden aus zwey Stücken *a b* und *c d*. *a b* ist nämlich das Haupteisen mit dem Schwalbenschwanze, *c d* der Keil oder Schlüssel, der in den Felsen eingetrieben wurde. Der Haupttheil *a b* war an der Oberfläche des Felsens 4½ Zoll, auf den Grund des Lochs 6½ Zoll breit. Er ward zuerst in das Loch versenkt, wodurch in demselben ein Raum für einen eisernen Keil oder Schlüssel *d e f*, oben 3, unten 2 Zoll weit, blieb. Die Löcher wurden mit geschmolzenem Talg angefüllt, die Eisen *a b* bis zum Blauanlaufen erwärmt; in die Löcher gesetzt, und durch die eisernen Keile *e d* festgetrieben. Der übrige noch mit Talg gefüllte Raum wurde mit einer Mischung aus geschmolzenen Bleys und Zinns ausgegossen. Diese Art der Befestigung war so zweckmäfsig und gut, dafs, als im Jahr 1756. einige Eisen ausgehauen wurden, man nicht nur alles fest, das eingegossene Metall und den Talg unversehrt, sondern auch das entblöfste Eisen noch so frisch und rostfrey fand, als ob es eben aus der Schmiede gekommen sey. Fig. 6. Tab. 52. stellt die Stangen, wie man sie nach dem Brande vorfand, dar. Auf der untersten Stufe des Felsens wurden, der Länge nach, viereckigte eichene Balken gelegt, von einer solchen Dicke, dafs sie den Raum bis zur zweyten Stufe ausfüllten. Die Löcher, welche wir in den eisernen Stangen (Fig. 7.) sehen, waren dazu bestimmt: um dadurch und durch die Balken Spliesbolzen zu ziehn. Ueber die unterste Holzlage sowohl, als über die zweyte Stufe des Felsens wurden kürzere Balken, der Queere nach, gelegt, die den Raum bis zur dritten Stufe ausfüllten, und so wurde mit den sich kreuzenden Holzlagen fortgefahren, bis der ganze Grundbau von einer soliden Holzmasse, zwey Schichten höher als die höchste Stelle des Felsens, aufgeführet war. Die einzelnen Balken und Lagen der Hölzer wurden, wie gesagt, durch die eisernen Klammern und mittelst starker, durch die eisernen Bänder, deren jedes Paar im Obertheil 7 Löcher enthielte, in das Holz getriebener mit Widerhacken versehener Kopfnägel so unter sich und an dem Felsen befestiget, dafs sie eine feste Masse bildeten. Zwey starke eiserne Bänder in dem Mittelpunkt des Grundbaues hielten von beyden Seiten ein grofses aufrechtstehendes Zimmerholz (der Mast genannt) fest, welches die Axe des aufzuführenden Kegels ausmachte.

Um dem hydrostatischen Druck des durch die Fugen des Grundbaues eindringenden Wassers eine hinlängliche Kraft entgegen zu setzen, wurden über den Holzbau fünf Lagen von Granitsteinen, jede einen Fufs hoch, welche zusammen ein Gewicht von 120 Tonnen (240000 Pfund) ausmachten, gelegt. Die einzelnen Steine wurden gut in einander gefugt, und die verschiedenen Lagen mit eisernen Klammern verbunden. Ueber das Steinlager kam wieder eine doppelte Lage von hölzernen Balken, deren Kopf an den mit gut gefügten, und über einander geplätteten Krumhölzern, nach der Creislinie, mit einander vereiniget und durch eiserne Bolzen befestiget wurden. Die zunächst über und unter dem Steinlager befindlichen doppelten Kränze von Zimmerholz waren, ausser dem mitten durchgehenden Mast, mittelst 10 eisernen

stangen zu einem Ganzen vereinigt, welches ein solides Fundament ausmachte, das sich auf der einen Seite 9, auf der andern 19 Fuſs über den Felsen erhob. Ueber dasselbe kam der Eingang, zu dem man durch eine starke eiserne Leiter, die den Wellen wenig Anstoſs darbot, gelangte. In der Mitte des Gebäudes blieb nun ein Treppenram von 6 Fuſs 9 Zoll ins Gevierte, so wie ein Gang von 2 Fuſs 11 Zoll weit, welcher dahin führte.

Die Höhe dieser Etage wurde durch fünf Steinlagen, von 85 Tonnen Gewicht, ausgefüllt. Hierauf kamen zwey Kränze von Holz; dann aber vier Steinlagen von 67 Tonnen Gewicht. Auf diesen abwechselnd Kränze und parallel sich kreuzende Balkenlager, bis zuletzt ein Kranz den Beschluſs machte. Dieser ward endlich mit dreyzölligen eichenen Bohlen bedeckt, welche den Boden des Vorrathzimmers formirten.

Dieser massive Bau erhob sich 18 Fuſs über den Eingang, 27 Fuſs über die höchste, 37 Fuſs über die tiefste Stelle des Felsens. Die Verbindung der einzelnen Schichten desselben untereinander wurde vorzüglich von der festen äussern Bekleidung bewirkt. Rund um an der äussern Seite des Thurms wurden nämich 71 Pfosten oder Ständer, einer dicht an dem andern, aufgerichtet, und an die hölzernen Kränze, mittelst Zackenbolzen und eisernen Schrauben, befestigt. Ueber dem massiven Bau wurden vier Zimmer über einander aufgeführt, deren Decken und Böden aus Kränzen von Zimmerholz bestanden, die durch die aufrechtstehenden Bekleidungspfosten getragen, und mit denselben, so wie mit dem massiven Bau, verbunden wurden. Das Ganze bildete, von der höchsten Stelle des Felsens bis zum Boden der Laterne und des Balkons, einen abgekürzten Kegel von 61 Fuſs Höhe, 22 Fuſs 8 Zoll unterm und 14 Fuſs 3 Zoll oberm Durchmesser. Die äussern Bekleidungspfosten bestanden zwar der Höhe nach nicht aus einem Stück, aber ihre einzelnen Theile von 10 bis 20 Fuſs Länge waren über einander geblättet und ihre Fugen so versetzt, daſs keine auf die andere traf.

Die Breite der stehenden Balken betrug unten einen Fuſs, ihre Dicke neun Zoll, oben liefen sie verjüngt zu. Die Fugen waren von aussen gut kalfatert. Die Fensterläden und Thüren waren aus doppelten kreuzweis übereinander genägelten Planken verfertiget, und nach dem Umfang des Thurms geformt, so daſs sie verschlossen keine Hervorragung bildeten. Ueberhaupt befanden sich an der ganzen Oberfläche des Kegels nur zwey Vorsprünge von etwa neun Zoll. Der obere, in Form einer Corniche unter dem Balcon, diente, die längs dem Thurm in die Höhe fahrenden Wellen von den Fenstern der Laterne abzuleiten; der untere, als eine Kante, um den Winkel zwischen dem Felsen und der Grundfläche der Bekleidung auszufüllen, wodurch die Gewalt der Wellen auf die scharfe Ecke vermieden wurde. Der obere Raum des Thurms bildete eine Gallerie, in deren Mitte sich die achteckigte Laterne, 10 Fuſs 3 Zoll im Durchmesser, und, mit Einschluſs des Knopfs auf der Kuppel, zwey

Fuſs hoch erhob. Die Höhe der Lichter über den Flur des Balcons betrug ohngefähr 9 Fuſs und über die höchste Stelle des Felsens 70 Fuſs. Die ganze Höhe des Thurms aber, von der niedrigsten Stelle des Felsens, bis zum Knopf der Kuppel, 92 Fuſs. Den 28. Juli 1708. wurden die Lichter auf dem Thurm angezündet, und im Jahr 1709. der ganze Bau vollendet.

Die hinlänglich feste Structur desselben beweist die Erfahrung: denn er hat 46 Jahre lang der Gewalt der Wellen widerstanden. Auch ist er nicht durch des Wassers Gewalt, sondern durch das Feuer zerstöhrt. Bauwerke der Art, vorzüglich wenn sie von Holz aufgeführt sind, insbesondere da, wo die Seewürmer sich einfinden, bedürfen der Ausbesserung. An diesem Leuchtthurm war im Jahr 1723. die erste Reparatur höchst nothwendig geworden; die Hr. Holland besorgte. Die Bekleidung hatte durch Wurmfras, besonders am Fuſse, wo sie täglich vom Wasser bespület wurde, stark gelitten. 1734. wurden einige Ständer erneuert und mit Kupfer beschlagen, aber demohngeachtet fand man 1744. einen der mit Kupfer beschlagenen Ständer von Würmern angefressen. Auch riſs in demselben Jahr den 26. Sept. ein Sturm, aus Osten, 30 Stück Ständer los, die im December wieder glücklich ersetzt wurden. Aus Smeatons Anmerkung erhellet: daſs man in England in dem Wahn stand: Kupfer wirke als Gift gegen die Würmer — da es nur als ein undurchdringlicher Ueberzug dienet — und man daher wohl in der vollkommenen Bedeckung sorglos war, woher sich mancher von Würmern, der kupfernen Bedeckung ungeachtet, angerichteter Schaden bey den Schiffen herschreiben mag. Deswegen sind auch an den Seeschleusen die Thore, so weit die tägliche Fluth geht, nur mit *eisernen* plattköpfigen Nägeln beschlagen. Das Holzwerk der Slyker- und Dünkircher-Schleuse ist unter andern auf solche Art gegen den Wurmfraſs gesichert. Doch! eine solche Vorsicht wäre ohne Wirkung gewesen: denn am 1. December 1755. brannte dieser Leuchtthurm ab, selbst die Steinlagen schmolzen durch die Flammen des dazwischen liegenden Holzes zusammen, und wurden durch die Fluthen hinweggespühlet, blos die eisernen Anker oder Stangen blieben in dem Felsen stehen, wie sie in Fig. 6. T. 52. gezeichnet sind.

Es ist zwar ungewiſs, welches die erste Veranlassung zu dem unglücklichen Brande war, aber höchst wahrscheinlich ist es, daſs die beträchtliche Hitze der brennenden Lichter, das ausgetrocknete, vielleicht ganz mit Kinnruſs überzogene hölzerne Dach der Kuppel entzündete.

§. 213. *Die vorläufige Anstalten, welche von Smeaton zur Wiedererbauung eines steinern Leuchtthurms gemacht wurden, bestanden darin:*

Die in mehrern Zweigen ausgebreiteten Erben des ersten Unternehmers übertrugen H. Robert Weston die Vollmacht zur Wiedererbauung eines neuen Leuchtthurms. Dieser — frey von dem gemeinen Vorurtheil: daſs die gelehrten Societäten nur aus Männern bestehen, welche sich mit unnützen Speculationen beschäftigen — wandte

sich an den damaligen Präsidenten der königl. Societät der Wissenschaften in London, den Grafen von Waulesfield, dafs er ihm den geschicktesten Kopf zn einer solchen Unternehmung anzeigen möchte. Der Graf W. empfahl ihm Hrn. *Smeaton* als einen Mann von vorzüglichem Genie, der sich durch Erfindung und Verbesserung mechanischer Werkzeuge berühmt gemacht, und deswegen 1753. zum Mitglied der Societät erwählt worden sey, und der sich überdies durch die glückliche Ausführung seiner bisherigen Unternehmungen allgemeines Zutrauen und Beyfall erworben hätte. Hr. Weston trat hierauf mit Hr. Smeaton in Unterredung und fand ihn zu Uebernehmung eines so wichtigen Baues geneigt. Der erstere, H. Weston, sowohl als die übrigen Theilhaber, waren der Meynung, dafs der neue Thurm ganz nach den von Rüdyers befolgten Grundsätzen, von Holz, aufgeführt werden müfste, theils weil sie mit Recht behaupteten, dafs die Richtigkeit der Grundsätze durch die Erfahrung bewiesen worden sey, theils weil sie die vorgefafste Meynung hatten, ein hölzerner Thurm könne wegen der Elastizität des Materials, der Gewalt der Wogen besser widerstehen als ein steinerner. Endlich fürchteten sie sich: dem Tadel des Publikums auszusetzen, wenn sie, vielleicht mit gröfsern Kosten, einen Weg einschlügen, dessen Zweckmäfsigkeit erst die Folge beweisen sollte. Smeaton wiederlegte aber ihre Zweifel durch die vorläufige Frage: ob, wenn er sie durch seine zu machenden Entwürfe und Zeichnungen überzeugen könnte, dafs ein zweckmäfsig erbauter steinerner Thurm alle Vorzüge eines hölzernen mit der Unzerstörbarkeit durch das Feuer vereinige, sie alsdann die etwas gröfsern Kosten eines steinern Gebäudes nicht scheuen wollten? Als sie dies einmüthig bejaht hatten, schritt Smeaton zur Untersuchung der vorhandenen ältern Zeichnungen und Modelle, und zur nähern Ueberlegung des von ihm zu befolgenden Plans. Die conische Gestalt des leztern Leuchtthurmes, so wie die Sicherung seines Standes durch eingelegten Ballast von Steinen fand er sehr zwekmäfsig, hingegen schien ihm die Grundfläche des Thurms gegen die obern Qeerschnitte desselben etwas zu klein zu seyn, und diesem Umstand schreibt er das bey heftigen Stürmen bemerkte Schwanken des alten Thurms zu. Er schlofs nach sehr richtigen Grundsätzen der Mechanik, dafs man einem Gebäude der Art einen desto sichern Stand geben würde, je gröfser man seine Grundfläche machte, je näher man den Schwerpunct des Ganzen zu derselben brächte und je kleiner die ganze dem Wasserstofs ausgesezte Fläche würde. Indem er so über die befste Figur des zu erbauenden Thurmes nachdachte, stellte sich seiner Einbildungskraft die Idee eines grofsen Eichbaumes dar. Die grofse Gewalt, welche dessen ausgebreiteten Zweige dem Windstofs darbieten und die Härte, mit welcher sein besonders gebildeter Stamm dieser Kraft widersteht. Es erhebt sich aber der Stamm von seinen Wurzeln mit einem beträchtlichen Queerschnitte, der anfänglich schnell bis auf $\frac{2}{3}$ seiner Dicke, dann aber wenig und endlich gar nicht abnimmt, bis er in einer Höhe von 12 bis 14 Fufs, wo er die Hauptäste austreibt, wieder etwas zunimmt. Dies gibt dem Stamm unten eine concav gekrümmte Gestalt, die

sich nach oben hin der cylindrischen nähert. Eine ähnliche Figur haben die einzelnen aus dem Stamm hervortretenden Aeste. Smeaton hielt also, wie gesagt, diese concave Form für die zweckmäſsigste zu seinem Thurm. Er construirte nach ihr die äussere Gestalt (Tab. 52. Fig. 1. und 2.) desselben. Diese Vergleichung ist um so gegründeter, weil er seinen Leuchtthurm, durch die Form und Verbindung der Steine und Steinlagen, wie wir nachher sehen werden, zu einem soliden und fast unzertrennlichen Ganzen machte. Ja die concave Form ist für ein Gebäude, welches dem Stoſs der Brandungen widerstehen soll, ganz besonders zweckmäſsig, weil sie am leichtesten die horizontale Richtung der Wellen in eine verticale verwandelt und dadurch den Stoſs des Wassers gegen das widerstehende Gebäude vermindert, und weil die Wellen längs der concaven Fläche abgleiten, und also an ihrer Kraft verlieren; denn sie erheben sich nach einer Cycloide. Der nächste Gegenstand, welcher des Erfinders Ueberlegung erheischte, war die zweckmäſsigste Verbindung der Steine untereinander. Hätte er blos Rüdyerds Methode, mit eisernen Ankern, befolgen wollen, so würde dies zu viel Zeit- und kostspielig geworden seyn. Er muſste soviel möglich darauf Bedacht nehmen, den gröſsten Theil der Arbeit auf dem Lande verrichten zu lassen, weil die Zeit zur Arbeit auf dem Felsen sehr sparsam zugemessen war. Dies leitete ihn auf den Gedanken, die einzelnen Steine mittelst doppelter Schwalbenschwänze auf und unter sich, und in den Felsen einzulassen. Die 53. Kupfertafel stellt die verschiedenen Lagen dar, die wir nachher analysiren werden. So war die ganze Masse, so weit die Stufen des abhängigen Felsen reichten, als ein fester mit dem Felsen verbundener Körper zu betrachten, die höher liegenden einzelnen Steinlagen wurden durch einen gutbindenden Wassercement und in zwo aufeinander liegenden Lagen eingelassene Würfel von hartem Stein *) mit einander vereinigt. Bevor aber dieser Cement seine gehörige Consistenz erlangte, wurden, provisorisch, zur Befestigung der einzelnen Lagen, andere Mittel angewandt, die in der Folge näher beschrieben werden sollen.

Smeatons Ideen erhielten sowohl Herr Westons als der übrigen Theilnehmer Beyfall, und es wurde beschlossen, daſs er nach Plymouth reisen sollte, um durch eignen Augenschein des Edyston-Felsens, die Art wie der Bau ausgeführt werden sollte, näher zu bestimmen. Er begnügte sich indessen nicht mit *einer* Reise, wohlwissend, daſs eine genaue Kenntniſs des Locals den Hydrotecten ein sicherer Leitfaden ist. Zu *wiederholten* mahlen besuchte er also den Edystone-Felsen von Plymouth aus, und überzeugte sich dann bald, durch einige vergebliche und mühsame Reiſen: daſs die Schwierigkeit zu jeder Zeit an dem Felsen zu landen die gröſste Hinderniſs wäre, welche sich seinem projectirten Bau entgegensetzen würde, zumal da er nach seinem

*) Solcher Verbindungs-Steine oder Dollen habe ich mich bey den Pfeilern des Landshuter-Wehres T. 102., und bey mehrern Widerlagern und Pfeilern der Brücken mit Nutzen bedient.

Plane viel mehr grofse Steinlagen dahin bringen mufste, als sein Vorgänger bey dem hölzernen Gebäude nöthig gehabt hatte. Das beste Mittel diesem Hindernifs zu begegnen, schien ihm ein so grofses Magazinschiff innerhalb einer Viertelmeile vom Felsen entfernt vor Anker zu legen, welches Raum genug hätte, die beweglichen Materialien sowohl, als auch des Nachts die Arbeiter nebst ihren Werkzeugen zu fassen, und von welchem aus die verarbeiteten Steine durch kleine Ruderböte, mit leichter Mühe, auf den Felsen geschafft werden könnten.

Durch einen Versuch auf dem Edystone fand er, dafs man mit dem Pickel in Zeit von einer Minute eine Vertiefung von fünf Kubikzoll in den Felsen hauen, mit dem Steinbohrer aber in 5 Minuten ein Loch von 1¾ Zoll im Durchmesser einen Zoll tief eindringen könne, welches ihm zur vorhabenden Bearbeitung des Felsens gute Hoffnung gab. Um sich in der Folge viele vergebliche Arbeit zu ersparen, beschlofs er gleich anfänglich, den Felsen recht genau auszumessen und zu modelliren. Zu dieser Absicht setzte er Tab. 52. Fig. 6. ein Scheibeninstrument (Theodolit) von einem Fufs im Durchmesser, welches in Grade und Minuten eingetheilt war, mittelst eines festen Dreyfufses, mitten über den Felsen. An der Regel des Instrumentes war ein 16 Fufs langes Lineal angeschraubt; das in Schuhe, Zolle und Linien eingetheilet, und um den Mittelpunct des Instruments beweglich war. Es wurde vermittelst einer Weingeistlibelle in eine horizontale Lage gehalten, und von demselben vermittelst eines lotrecht heruntergesenkten eingetheilten Stabes die wichtigsten Puncte des Felsens gemessen, wodurch dessen wahre Gestalt sowohl gezeichnet, als modellirt werden konnte.

Die übrige Zeit, welche Smeaton in Plymouth zubrachte, wendete er theils zur Aufsuchung eines schicklich an der See gelegenen Platzes zur Werkstätte und eines sichern Hafens, von dem man nach Edystone kommen könne, wenn wiedrige Winde das Ein- und Auslaufen verhinderten; theils zur Besuchung der in der Nachbarschaft befindlichen Granitsteinbrüche, an. Er fand, dafs der Stein, seiner Härte ungeachtet, in grofsen Stücken von 12 Fufs Länge und 8 Zoll ins Gevierte zu Thürpfosten auf eine ziemlich leichte Weise bearbeitet wurde. Die Art, ihn zu sprengen, besteht darin, dafs man eine Reihe Löcher in einer Entfernung von ungefähr 4 Zoll (mehr oder weniger, je nachdem das abzusprengende Stück grofs und dick ist) von einander mit dem Pickel einhauet, und in die Löcher Keile eintreibt. Die kleinere Unebenheiten der abgesprengten Stücke werden mit dem Pickel und Steinmeisel hinweggenommen. Demungeachtet fand Smeaton bey näherer Erkundigung, dafs es ihm sehr schwer halten würde, Granitblöcke von der Gröfse und in der Menge so bearbeitet zu erhalten, wie er sie benöthigt war, wenn er den ganzen Bau von solchen Steinen aufführen wollte. Er beschlofs daher, die äussere Einfassung des Thurms von Granitsteinen, das Innere aber von Kalchsteinen aufzuführen; weil er diese leicht von jeder beliebigen Gröfse erhalten konnte. Aussen hin trauete er deswegen keine Kalchsteine

zu nehmen, weil ihm Hr. Rogers, Aufseher der königlichen Docke zu Plymouth, Stücke von Portlandstein (ein Kalchstein, womit die dasige Docke garniret ist) gezeigt hatte, die so von Seewürmern durchbohrt waren, daſs sie kein Wasser mehr hielten, und desfalls aus der Docke herausgenommen werden muſsten. Die Portlandsteine fand er zum Innern am dienlichsten, theils weil sie mit leichter Mühe und ohne groſse Kosten von dem etwas hoch, und nach der See hin abhängig gelegenen Steinbruch eingeschifft werden konnten, theils weil er sie von jeder erforderlichen Gröſse, und an Ort und Stelle schon so gut aus dem Rauhen bearbeitet erhalten konnte, daſs nur wenig unnütze Last transportiret werden muſste. Die Art, wie man daselbst die groſsen Steine aus dem Bruch an die See schafft, verdient bemerkt zu werden. Man ladet auf einen Karrn mit zwey niedrigen Rädern einen Stein von einer nach der Erfahrung bewährt gefundenen Gröſse, hinten an den Karrn wird ein zweyter auf dem Boden liegender Stein mit einer starken eisernen Kette befestiget, und nun die ganze Last durch Pferde oder Ochsen bis an den Abhang des Berges, nach dem Hafen, hingezogen, wo man dem beladnen Karrn freyen Lauf läſst, der den Berg hinabrollt, und den andern Stein, welcher ihm gleichsam zum Steuer dient, hinter sich her schleift.

Smeaton konnte, bey seiner Rückkehr nach London, den Unternehmern des Baues zwar seinen gemachten Plan zur Ausführung, und den Preiſs und die Menge der erforderlichen Materialien, aber keinen genauen Kostenüberschlag, weder von einem steinernen noch hölzernen Gebäude, vorlegen, indem derselbe bey der wirklichen Ausführung, auf die eine oder andere Art, durch unvorhergesehene Zufälle, leicht um das Zehnfache hätte übertroffen werden können. Demungeachtet faſsten die Interessenten, zum Wohl des Allgemeinen, den uneigennützigen Entschluſs: das Gebäude so dauerhaft und unvergänglich aufzuführen, als es nur Natur und Kunst vermöge, und gaben desfalls Hrn. Smeaton ganz unbedingte Vollmachten. Dieser traf sogleich die nöthigen Voranstalten, damit der Edystone-Felsen noch in demselben Jahre scarpirt, und zur Aufführung eines steinernen Thurmes geebnet werden könnte. Er verfertigte, mit eigner Hand, zwey genaue Modelle des Felsens von Holz, wovon das eine den Felsen so darstellte, wie er ihn angetroffen hatte (Tab. 52. Fig. 5. und 6.), das andere aber so, wie er werden sollte.

Den Felsen bis zur niedrigsten Stufe eben abzutragen, würde Zeitverschwendung und zweckwidrig gewesen seyn, weil man dem darauf zu setzenden Mauerwerk doch nie die Stärke des natürlichen Felsens würde haben geben können. Smeaton begnügte sich daher: in den Felsen, von der niedrigsten bis zur höchsten Stelle, sieben Stufen einzuhauen, Tab. 53. Seine Plane und Zeichnungen nebst den Modellen legte er dem Admiralitätscollegium in Londen vor, und hatte das Vergnügen, sie von demselben gebilliget zu finden.

Die schöne und zweckmäfsige Form dieses Leuchtthurms und wie er auf dem Hausfelsen steht, bewundern wir in der ersten Fig. T. 52. Der Landungsplatz ist vor der Felswand *A*; *B* ist die Höhle auf der östlichen Seite des Hausfelsens, *c* die in dem Felsen eingehauenen Stufen, um zum Eingange des Thurmes zu gelangen. Wir sehen da am Thurm den eisernen Stab zum Anfassen, um auf die aus der Thüre *d* Fig. 2. herabgelassenen Leiter *gf*, 9 Fufs hoch zu steigen. Auf der linken Seite des Thurms F. 1. sieht man in der Ferne das Land um Whitsan-Bay, auf der rechten Seite die Küsten vor Plymouth und die Stadt. Nachdem wir also einige Bekanntschaft mit diesem Leuchtthurm gemacht haben, so kommen wir zum Bau selbst.

§. 214. Die von *Smeaton* in seinem Werke gegebenen *Nachricht von der Bearbeitung des Felsens Edystone* lautet so: Er accordirte nach einem im voraus entworfenen Plan *) die nöthigen Arbeiter. Er engagirte den Thomas Richardson und

*) Solche Vorschriften oder Devis sind immer in Praxis wichtig, und in dieser Hinsicht will ich diesen zur Führung der Arbeit gemachten Plan aufnehmen.

1) Der Dienst auf dem Edystone mufs durch alle vernünftige Mittel so gut gemacht werden, dafs er jeder andern Arbeit vorgezogen wird. 2) Daher wird derjenige, welcher seine Pflicht vernachläfsiget, zur Strafe, sogleich entlassen. 3) Die Arbeiter werden in zwey Gesellschaften getheilet, wovon die eine auf dem Felsen, die andere auf der Werkstätte am Lande beschäftiget ist. 4) Beide Gesellschaften wechseln, wenn es die Witterung erlaubt, jeden Sonnabend mit einander ab. Doch darf die auf dem Felsen befindliche nicht eher nach Hause kehren, als bis die andere sie abzulösen angekommen ist. 5) Jeder Mann erhält wöchentlich einen bestimmten Lohn, er sey auf dem Felsen oder am Lande. 6) Jeder erhält überdiefs für jede Stunde, so er auf dem Felsen arbeitet, einen besondern Lohn. 7) Jeder von der auswärtigen Gesellschaft mufs alle Gelegenheit ergreifen, um auf dem Felsen zu arbeiten, wenn die Witterung günstig ist, es sey Tag oder Nacht, Sonn- oder Werktag. 8) Die Landgesellschaft arbeitet des Nachts und des Sonntags nicht, ausser in dringenden Fällen. 9) Alle ausserordentliche Arbeiten zu Land werden verhältnifsmäfsig so bezahlet, dafs der ordinaire Lohn verdoppelt wird. 10) Die Schiffsleute erhalten ebenfalls einen beständigen wöchentlichen Lohn, und einen Zusatz im Verhältnifs der während der Ebbezeit auf dem Felsen gethanen Arbeit. 11) Jede Gesellschaft hat einen Vormann, der beständig mit ihr auf dem Felsen ist, und besser als ein gewöhnlicher Arbeiter, aber nach demselben Maafsstab bezahlet wird. 12) Der Ingenieur und sein Deputirter wechseln wöchentlich mit einander ab, und jeder geht die Woche, so oft es die Witterung erlaubt, oder der Dienst erheischt, auf den Felsen. 13) Wenn einer oder der andere durch Krankheiten verhindert wird, so mufs der andere seine Stelle vertreten. 14) Jeder Mann sorgt für seine Lebensmittel, doch wird jeder Gesellschaft bey ihrer Rückkehr ans Land eine Bulle Punsch zur Erfrischung gut gethan. 15) Die Vormänner, Arbeitsleute und Schiffsleute werden jedesmal bey der Rückkehr der Gesellschaft an Land, zu welcher sie gehören, bezahlet. 16) Alle Werkzeuge werden auf Kosten der Eigenthümer angeschafft und wieder hergestellt, und erhalten ein besonderes Zeichen. 17) Jede Person, welche bey dem Dienst anf dem Felsen verwundet oder beschädiget wird, erhält ihren ordinairen Sold, und die Eigenthümer bezahlen den Arzt. Dies geschieht auf ein Zeugnifs des Ingenieurs, Deputirten und Agenten. 18) Jeder, welcher den Dienst verlassen will, mufs eine Woche voraus dem Ingenieur oder Deputirten davon die Anzeige thun. 19) Der Vormann am Land führet Rechnung über alles, was von oder zu der Werkstätte kommt, wie auch über die Tagarbeit der unter ihm stehenden Gesellschaft, unter der Oberaufsicht des Ingenieurs oder Deputirten am Land. 20) Alle Schmidt- und Bleyarbeit läfst der Vormann, Ingenieur oder Deputirte am Land wiegen. Alles Zimmer- und Werkholz wird gemessen, und die andern Materialien bey ihrer Ueberlie-

William Hill als Vormänner, jeglicher mit 12 Arbeitern, nämlich drey Maurer und neun Bergleute. Herrn Jessop wählte er zu seinem Assistenten.

Es ist schon erwähnt worden, dafs Smeatons Plan dahin gieng, die Steine und Baumaterialien am Lande genau bearbeiten zu lassen; er mufste also einen Bergeplatz oder Hafen haben, und auf der westlichen Seite von Millbay wurde ein sicherer zur Ein- und Ausschiffung der Materialien gelegener Hafen Tab. 54. abgeschlossen.

Die Neptunsbuise (ein Schiff) war zwar zu Plymouth angekommen, konnte aber wegen einer Streitigkeit zwischen dem Trinityhause und der Londoner Kaufmannschaft vor der Hand weder als Leuchtschiff, noch von Hrn. Smeaton, als Magazinschiff, gebraucht werden. Es wurden daher die Kabeltaue einer Schaluppe gegen das Verschleissen an den Felsen durch eine Umkleidung mit Segeltuch, und darum gewundene Seile, verwahret, und dieselbe als Magazinschiff in der Nähe des Edystones vor Anker gelegt.

Die erste Arbeit, welche mit Anfang August auf dem Felsen gethan wurde, war, den Mittelpunct des Gebäudes zu bestimmen, und von da aus die Linien zu bezeichnen, nach welchen die schwalbenschwanzförmigen Vertiefungen Tab. 53. aus dem Felsen gehauen werden sollten. Ueberhaupt bestand die ganze den ersten Sommer durch vollbrachte Arbeit blos darin: die Stufen des Felsens und die verzahnten Vertiefungen zur Legung der Quadersteine einzuhauen, d. i. den Felsen aus der Gestalt Tab. 52. Fig. 5. in die Tab. 53, mit LAGE. I. bezeichnet, zu bringen. Die Werkzeuge, deren man sich zur Bearbeitung des Felsens bediente, waren Pickel, Bohrer, Hammer und Keile. Schiefspulver wurde nicht angewendet, weil die Gewalt desselben leicht solche Stellen des Felsens hätte wegsprengen können, welche zur Befestigung der verzahnten Steine nothwendig erforderlich waren. Am 22. August 1756. erhielt Hr. Smeaton die Nachricht, dafs er die Neptunsbuise als Magazinschiff zur Förderung des Baues gebrauchen könne. Sie freute ihn um so mehr, da während der Zeit als der Bau angefangen war, die vor Anker liegende Schaluppe, durch Verschleissung der Kabeltaue an den Felsen schon einigemal in Gefahr zu scheitern, oder wenigstens fortzutreiben gekommen war. Endlich war am 2. Sept. der Wind günstig, um die Neptunsbuise aus dem Hafen nach dem Edystone zu bringen, wo man sie den 3. in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Meile anlegte. Sie war mit 2 Ankerketten, jede 40 Faden lang (der Faden 120 Pfund schwer) und mit 2 Ankern von gleichem Gewichte versehen, welches zusammen eine Last von 6 Schiffstonnen ausmachte. Der eine Anker sollte östlich, der andere westlich zu liegen kommen, die beyden obern Enden der Ankerketten sollten, mittelst des Kabelringes, an dem Kabeltau befestiget werden, und so das Schiff mitten zwischen seinen Ankern treiben. Weil indessen von Osten her minder heftige Stür-

ferung durch denselben aufgenommen. 21) Der Vormann zur See führet Rechnung über das Tagewerk und die Landungen auf dem Felsen unter der Controlle des Ingenieurs oder Deputirten zur See. 22) Wöchentlich wird über alles, was am Lande vorgegangen ist, durch den Agenten Rechnung gethan, und über das alles, was zur See vorgegangen ist, durch den Vormann zur See.

me zu befürchten waren, so verkürzte Hr. Smeaton die östliche Ankerkette um 5 Faden, und brauchte die damit gewonnenen 5 Faden-Ketten als Kabeltau, wodurch dieses vor dem Verschleissen auf den Felsen besser gesichert wurde. Der Ankerplatz dieses Schiffes wurde 300 Faden nördlich vom Felsen, bey 20 Faden Wasser, bestimmt. Wegen dem felsigten Grunde und dem grofsen Gewicht der Anker und Ketten durfte man es, aus Furcht die Anker zu zerbrechen, nicht wagen: sie plötzlich fallen zu lassen, und sie nach und nach hinabzulassen, diente die gewöhnliche Winde keinesweges. Diefs wurde aber mittelst eines grofsen von Hr. Smeaton angegebenen in London verfertigten Flaschenzugs Tab. 54. Fig. 15. glücklich bewerkstelliget. Jetzt, da eine regelmäfsige Communication zwischen dem vor Anker liegenden Schiffe und dem Lande durch Ruderböte unterhalten werden konnte, gieng die Arbeit auf dem Felsen rascher von statten. Von dem 27. August bis zum 14. Sept. waren 177 Stunden auf dem Felsen gearbeitet worden, und von den 6 Stufen, welche von der niedrigsten Stelle des Fundamentes bis zur obern Fläche des Felsens erforderlich waren, war die unterste Stufe mit ihren Vertiefungen für die verzahnten Steine ganz vollendet, die zweyte aus dem Rauhen geebnet, und ihre Schwalbenschwänze ausgemeiselt, die dritte völlig geebnet und die Schwalbenschwänze aus dem Rauhen gearbeitet; die vierte in gleichem Zustand; die fünfte rauh gelegt, und die Schwalbenschwänze ausgemeiselt; die sechste geebnet und die Schwalbenschwänze aus dem Rauhen gearbeitet. Von der Spitze des Felsens war bereits die abhängige Fläche durch Keil und Federn weggesprengt, und es blieb nichts mehr übrig, als die obere Fläche durch die Pickel zu ebnen. Die Sprengung des Felsens durch Keil und Federn bestand darin, dafs man in der geraden Linie, nach welcher der Felsen springen sollte, eine Reihe Löcher 7 bis 8 Zoll von einander bohrte, jedes 1¼ Zoll im Durchmesser, und 8 — 9 Zoll tief. In jeglichem Loche wurden zwey halb cylindrische eiserne Keile, (Federn genannt) mit den dicken Enden unten eingesetzt, und ein dritter eiserner Keil zwischen ihnen eingeschlagen, welcher die Federn nach einer auf die Richtung des Spaltes senkrechten Linie auseinander trieb, und wenn dies bey allen Löchern zu gleicher Zeit geschah, den Felsen in der verlangten Richtung wegsprengte. Es war nicht zu besorgen, dafs der Spalt zu tief einrifs, weil, wie schon erinnert worden ist, der Felsen aus parallelen abhängigen Schichten bestand, und daher Stücke einer Schichte weggesprengt wurden. Um den Steinen, die sowohl die Stufen des Felsens ausfüllen, als auch den obern Theil des Fundaments bilden sollten, die gehörige Gestalt zu geben, liefs Smeaton genaue Modelle verfertigen; ja, für jeden einzelnen Stein, der auf die Stufen des Felsen zu liegen kam, mufste ein besonderes Modell verfertiget werden. Hingegen bey den Lagen über dem Felsen diente ein Modell für eine ganze Lage. Mit dem 14. September ward die Witterung ungünstig, und es konnte nicht mehr anhaltend auf dem Felsen gearbeitet werden; doch wurde bis zum Umrifs (Tab. 52. Fig. 2.) der 7ten Steinlage alles Hinweggenommene geebnet, bis endlich der Win-

ter die Fortsetzung der Arbeit untersagte. Man beschloſs also, die Neptunsbuise den Winter durch nach dem Hafen von Plymouth zurück zu führen. Um das Lichten der schweren Kettenanker zu vermeiden, wurde blos das Kabeltau eingezogen, und statt dessen an die beyden Ankerketten eine leichtere Kette mit zwey Schwimmern befestiget, wovon der eine auf der Oberfläche des Wassers, der andere aber 8 — 9 Faden unter derselben treiben sollte. Der lezte hatte weniger von Stürmen zu leiden, und konnte, wenn der erste durch die stürmische See weggerissen wurde, dazu dienen, künftiges Frühjahr die Ankerketten und den Ankerplatz wieder aufzufinden. Bey der Rückreise, welche dies Schiff, wegen des stark wehenden Ostwindes nach Fowey nehmen wollte, verirrte sich dieselbe zu weit westlich. Hr. Smeaton gerieth daher mit seiner Gesellschaft in Gefahr, in der Gegend von Trewasdreth nach Deadmans-Point, an hohe Klippen zu scheitern; blos durch die Entschlossenheit des Seemanns John Bowden, der das Schiff plötzlich durch Anziehung eines Taues wenden lieſs, wurden sie gerettet und kamen nach einer dreytägigen Fahrt endlich glücklich in dem Hafen von Plymouth an.

§. 215. *Die Zubereitung der Steine und Zurüstung der Geräthschaften zum Bau des Leuchtthurmes auf Edystone bestand in folgendem:*

Der Winter von 1756 bis 1757. wurde mit Bearbeitung der Steine und Zurüstungen zum Bau im künftigen Sommer, auf dem Werkplatz zugebracht. Die Abend- und Zwischenstunden, welche Hr. Smeaton von seinen vielfachen Beschäftigungen während der Zeit übrig blieben, wendete er zu Versuchen über Wassercement an, weil sehr viel darauf ankam, einen solchen Cement zu finden, der sich mit nassen Körpern verbände, und selbst unter Wasser erhärtete. Zur Förderung der Arbeit auf dem Felsen und zur Erspahrung der Kosten am Arbeitslohn, auch zur gröſsern Festigkeit war es räthlich, groſse Steine zu wählen, wenn sie gleich einem häufigen Gebrauch des Tackels und der Hebzeuge erforderten, welches oft bey gewöhnlichen Arbeitern, die mit diesen Maschinen nicht gut umzugehen wissen, ein Grund ist, warum sie kleinere Steinblöcke, die sich mit den Händen fortbewegen lassen, den gröſsern vorziehn, und das, wie wir bey dem Bau der Kaywände gezeigt haben, sehr nachtheilig ist. Allzugroſse Steinlasten durften jedoch wegen der beschränkten Gröſse der in dem Felsenschlund zu gebrauchenden Transportsschiffe nicht gewählt werden, weil zu besorgen gewesen wäre, daſs das Schiff nach Erhebung der groſsen Steinlast, mittelst des Tackels, durch den Schwung, vom Wasser gegen den Felsen hätte getrieben und durchbohrt werden können. Das gewöhnliche Gewicht der Steine wurde auf eine Tonne (2000 Pfund ungefähr 14 Kubikfuſs) der gröſsten auf 2 Tonnen bestimmt. Solche Lasten auf dem Werkplatz mit Leichtigkeit zu handhaben, erforderte besondere Vorrichtungen um so mehr, da jeder Stein nicht blos einzeln nach dem Modell behauen, sondern auch alle Steine eines Lagers, und wieder je zweye aufeinander folgenden Lager, in der Werkstätte, so aufeinander gepaſst und

gezeichnet werden mufsten, dafs sie auseinander genommen und auf den Felsen füglich, an ihre gehörige stellen, gebracht werden konnten.

Die *Mill-Bay* Tab. 54. *) war noch nicht zu einem Anlandeplatz geschickt, denn das niedrige Wasser reichte bis zur Linie *a b d*. Es mufste also ein Canal *d e f* ausgehoben werden, damit die Fahrzeuge, welche die Steine aus- und einluden, nicht weit vom Werkplatze *i h l k* kommen konnten. Indessen war aber die Austiefung des Canals von *f* bis *g* durch ein hölzernes Anlegehöft *f g* (siehe Fig. 6. und 5 *E B C*) entbehrlich. Von dieses Höft aus wurden die rohen Steine, und die behauenen, mittelst eines Scheerentakels 6. 7. 8. 9. Fig. 6. entladen, und jene mit einem Rollwagen Fig. 9. 10. 7. 8., dessen Axe und Gestell von Eisen ist, über das Anlegehöft, auf dessen obern Theil zwey Fahrtbäume lagen, transportirt. Ein Schiff, das entladen oder beladen werden sollte, legte sich also an die Pfahlreihe *B C* Fig. 6., worauf der Scheerentakel stand. Vermittelst diesem wurden, wie gesagt, die Steine auf den Rollwagen gebracht, welcher auf dem Anlegehöft, mittelst der Drehbäume *E* und *T*, nach der Werkstatt, deren Bezirk durch *G G* Fig. 16. bezeichnet ist, gezogen wurde. Der Rollwagen konnte dann an jeder beliebigen Stelle z. B. bey *H I* entladen werden und auf einige Bohlen konnte man die Steine seitwärts nach *K K* schaffen.

Die durch die Linien *G G L L* begränzte Fläche war für die Bearbeitung der Portlandsteine, die Fläche *N O* für die Bearbeitung der Granitsteine bestimmt. Die quadratförmige Fläche *ϱ p* bezeichnet eine von vier Pfosten getragene Decke des Gerüstes, worauf die Steine zusammengelegt wurden. *a b* sind die Fundamentmauren, *c d* die Balken, worauf ein ebener waagerechter Boden, aus dreyzölligen Planken bestehend, gelegt ist, *R* ist die Hütte des Vormanns, *S* eine Vorrathskammer für Geräthschaften; *G V* ein Vorrathsplatz für den Kalch und die Pozzolanerde. *V X* war ein Platz, um die gröbere Pozzolanstücke zu zerstofsen. *W* die Bank mit drey eisernen Platten. Dies ist die Distribution des Zubereitungsplatzes im Ganzen. Wir wollen noch einige einzelne Theile beschreiben, weil sie für Denjenigen, welcher die Direction eines ähnlichen Baues führen soll, nicht unwichtig sind. Fig. 11. bezeichnet den Aufrifs einer Winde, deren Stand bey 1. 2. 5. ist. Die punktirte Linie 3. 4. 5. ist die Richtung des durch diese Winde angezogenen Seils, welches bey 5. Fig. 6. über eine feste Rolle nach der obern Scheibe des grofsen von der Spitze der Scheren herabhangenden Takels geht. Die 3. 4. und 5. Figur stellen den in *E* Fig. 5. stehenden Drehbaum dar. Die erste Figur zeigt dessen festen Grundbau. *A B* ist ein wohl unterstützter Kreis von Holz. — *C* die in dem Queerstück *D D* befestigte Axe, *E E* sind Verstärkungsstreben. *F F* ein Theil von den Bäumen, worauf die Räder des Rollwagens laufen, mit ihren hohen Rändern *f f*, damit die Räder nicht ausweichen. *G G* sind die zur Unterstützung der Bäume angebrachte Queerbalken. Fig. 4. ist der

*) Die Matrosen haben eine Baracke. *A C D D* sind die Strafsen von Stonehouse und *p* die Bäder.

Grundrifs eines beweglichen Drehbaums. Die unter dieser Figur stehende Zeichnung ist dessen Aufrifs, und in beyden Abzeichnungen beziehen sich die Buchstaben auf einen und denselben Theil, *H I* zeigen nämlich die Strafsbäume, *c* ist der Zapfen, worauf das Ganze ruht, ohne den untern Kreis *A B* zu berühren. Sobald nun die Last an den Mittelpunct kömmt, senkt sich der Drehbaum auf den festen Kreis *A B*, und verstattet, indem er unbeweglich bleibt, der Last eine sichere Fahrt.

Fig. 6. bezeichnet den Einziehtakel und 8. den auswärts spannenden Takel. Fig. 12. ist ein Queerschnitt des Anlege- oder Fahrthöfts sammt den Scheeren und dem Flaschenzuge, welcher in Fig. 6. seitwärts dargestellt ist. *a b* sind die Schrägepfähle, in denen der Riegel *c* eingezapft ist. *e e* sind die Queerschnitte der Enden der Laagerbalken, *f f* die Queerbalken, *g g* die Enden der Strafsbäume, worauf die Räder des Rollwagens laufen. *h* ist ein einzelnes Queerholz, welches hingelegt wird, wenn man den Rollwagen aufhalten will. Die feste Rolle oder Scheibe ist an dem Haken oberhalb *d* feste. Die Scheeren seitwärts mit den eisernen Platten, sind in Fig. 13. dargestellt. Fig. 14. ist der in Fig. 6. mit 7. bezeichnete Takel, *l m* der Potenzen-Flaschenzug von 3 Rollen. Einen gröfseren Flaschenzug von 6 Rollen zeigt der nach der Diagonale in Fig. 15. genommene Aufrifs; die grofsen Rollen sind von 10, die kleinen von 6 Zoll im Durchmesser. Die Granitsteine waren bey ihrer Härte spröde und zerreiblich, so dafs die scharfen Kanten der genau bearbeiteten Steine beym Transport von den Steinbrüchen, sehr Noth gelitten haben würden: man sendete daher nur ungefähre Modelle von der Gestalt und Gröfse auf die Steinbrüche und behielt sich vor, den Steinen die richtige Form auf der Werkstätte zu geben.

Im April und März 1757. besuchte H. Smeaton einigemal den Edystone, er fand die Arbeiten des verwichenen Sommers unversehrt und vollendete die noch fehlenden Zeichnungen zu den Steinlagen auf dem Felsen. Nun konnten die einzelnen Lager mit Kreide auf den ebenen Boden eines grofsen Saales verzeichnet, und hiervon die Modelle zu den Steinen genau abgenommen werden. Smeaton liefs zur Vorsorge durch jeden Stein einige Löcher *) bohren, um ihn mittelst hölzernen Zapfen an das vorhergehende Lager befestigen zu können, bis der Cement erhärtete.

Nachdem Smeaton für die zweckmäfsige Bearbeitung der Steine gesorgt hatte, gab er sich, wie gesagt, alle Mühe: um den Cement zu bereiten. Indem ich diese Versuche an einem andern Ort brauchen werde, so mufs hier nur kurz angemerkt werden, dafs sein Mörtel vollkommen den Absichten entsprach, und selbst dem Seewasser in den Mauerfugen gut widerstand. Sobald nun für das genaue Behauen der Steine und der Transport nach dem Felsen, für diesem seine Abstufung, so wie für guten Mörtel gesorgt war, mufste Smeaton die Aufführung des Gebäudes selbst bewerkstelligen, ehe wir aber zu deren Analyse kommen, wird es nöhig seyn, zu geben:

*) Wir sehn ein solches Loch in dem Stein *X*, welcher Tab. 54. Fig. 2. im Fahrzeuge liegt.

§. 216. *Die nähere Beschreibung des Leuchtthurms Edystone (Tab. 52. und 53.)* Sie wird uns nicht minder wichtige Aufschlüsse geben; Smeaton theilt sie in Folgendem mit: Wenn man den Aufrifs Tab. 52. Fig. 1. und den Durchschnitt Fig. 2. betrachtet, so erhält man eine Kenntnifs von dem ganzen Gebäude, und wie es auf dem isolirten Felsen steht. In dem Durchschnitt Fig. 2., welcher von Osten nach Westen, und bey der Ebbe nach der Springfluth in Beziehung auf Fig. 5., gezeichnet ist, bedeutet *A B* der Absturtz des Felsens, welcher auf den Fig. 5. u. 6. mit dem nämlichen Buchstaben angedeutet ist. *B C* Fig. 2. ist der sanfte Abhang des Felsens und die Richtung seiner Steinschichten oder Steinlagen. Die punctirte Linie *a b* giebt das Niveau von der Grundfläche der ersten Steinlage an. Die Linie *c d* ist der Durchschnitt dieser Grundfläche der ersten Steinlage, und von dem Bett der zweyten. Die Zahlen 1. 2. 3. 4. 5. 6. bezeichnen die Grund- und Oberflächen der verschiedenen Steinlagen bis zu der Felsenspitze. *e b* zeigt die erste ganze oder siebente Steinlage von unten gezählt, und *f* den Fufspunct der Leiter und zugleich die drey Zoll tiefe Einsenkung des Grundbaues in den Felsen. *h* die marmornen Dollen oder Blöcke, welche die Mittelpuncte von zwey an einander gränzenden Steinlagen bis zur 14. Lage miteinander verbinden. *i k* bezeichnen auf gleiche Art die Stellen der übrigen marmornen Dollen, welche in einem Achteck rund um den Mittelpunct einer jeden Lage geordnet sind. Ueber der 14ten Lage sind die Dollen, welche schwarz schattirt sind, von der halben Gröfse und doppelter Anzahl. Die Leiter *f g* wird nur zu temporairem Gebrauch herabgelassen, und mittelst eines Ringes an dem Felsen befestiget. Sie hat in der Mitte ein Gewerbe, um zusammen geschlagen und in dem Eingang aufbewahret werden zu können. *e f* ist das untere Vorrathszimmer. *f.* die Thüre desselben; *g* das obere Vorrathszimmer; *h* die Küche, aus welcher der Rauch durch die Böden und Decken der Zimmer und die Laterne, mittelst eines kupfernen Rauchfanges, zur Oefnung in der Kugel, geführt wird, *k* das Schlafzimmer, 46 das steinerne Fundament der Laterne, *m* die Thüre der Laterne auf den Balkon und *n* die Kuppel. Der Eingang von einem Zimmer zum andern geht durch die Oefnungen in den Schlufssteinen der Böden, mittelst geneigter Staffelleitern, welche nach Willkühr weggenommen werden können.

Wie nun der Felsen bearbeitet worden ist, das sehen wir aus Tab. 53. Die untere zur linken stehende Figur stellt den Grundrifs des Felsens dar, so wie er zur Aufnahme der Quaderstücken zubereitet worden ist. Man sieht darin noch einen Theil des unbearbeiteten Felsens: um diese Figur besser mit der auf derjenigen in Fig. 5. Tab. 52. vergleichen zu können. Die Linie *A B* bezeichnet auch hier die Stelle, wo die Oberfläche steil abfällt. In dieser Figur Tab. 53. erscheint die erste Steinlage (*Lage. I.*) bereits an ihrer Stelle durch Nägel und Keile befestiget. Der dunkle schattirte, mit *D D* bezeichnete Theil wurde wegen einiger Spalten nicht in Gestalt eines Schwalbenschwanzes ausgehauen, aber etliche Zoll tiefer als das übrige Lager ausgehöhlt,

so daſs die darin zu liegen kommenden steine von allen seiten durch einen vorstehenden Rand festgehalten wurden. Das Felsstück, ausser der Linie *E G D F*, über die übrigen Theile des Felsens 15 bis 18 zoll liegend, bildet das wiederlager für die 1ste und 2te steinlage. Nro. 1, 2, 3, 4, 5, 6 zeigen die ebenen stufen für die verschiedenen steinschichten, deren obere seiten den zahlen im Durchschnitt Tab. 52. Fig. 2. entsprechen, *x* bezeichnet ein steinstück, als Brücke über einen spalt, welcher sich durch Behauung des Felsen nach der Höhle öfnete. Der stein macht einen Theil des erhabenen Randes aus, welcher das Gebäude umgiebt. Aus der Fig. II. T. 53. erhellet: wie die widerlage *G* sich in der 2ten steinlage endigt. Die punctirten Linien beziehen sich auf die nächstfolgenden steinlagen, und zeigen, wie die Fugen mit der schon liegenden Lage versetzt worden sind. Fig. III. zeigt: wie der Raum *H I K* der 2ten Figur ausgefüllt worden ist. Hier ist der Grund etwas irregulair durch die stufen des ehemahligen Leuchtthurms von Rudyerd. Fig. IV. gibt den Bau der vierten Lage an. Hier, wie in allen übrigen Figuren bezeichnen die mit punctirten Linien angegebenen steine, Portlandsteine, die dunkleren steine, Granitsteine. Fig. V. zeigt die stellen der drey Dollenlöcher *y*, zur verbindung dieser und der nächstfolgenden Lage. Fig. VI. enthält die 6te Lage vollendet, wodurch der Felsen zu einer ebenen Fläche gebracht worden ist. Man erblickt die Löcher für die acht marmornen Dollen, und für den Block im Mittelpunct bey *o*.

Die neun horizontalen Durchschnitte Tab. 53. sind die Grundrisse der verschiedenen steinlagen von der spitze des Felsens bis zum Balkonboden einschliesſlich. Nro. VII. ist der Grundriſs der 7. Lage: man sieht darin die Nägel und Keile zur Befestigung der steine, welche bey den übrigen zeichnungen weggelassen worden sind.

Die punctirten Linien beziehen sich auf die nächstfolgende steinlage. Die Mittelpunctslinie und die vier angränzenden sind bis zur 14ten Lage von einerley Grösse. — *a.*) ist der Block im Mittelpunct, welcher zuerst gesezt wird; *b.*) die vier seiten des Mittelpunctsteins, worin die schwalbenschwänze eingeschnitten, und die vier angränzenden steine *c* eingesezt sind. Die cubischen Dollen sieht man bey *e e*, Fig. XIV. stellt den Grundriſs der 14ten Lage dar, über welcher das Treppenloch und der Eingang anfängt. Diese verglichen mit VII., so ergibt sich die verjüngung des soliden Fundaments. Dieser horizontale Durchschnitt F. XIV. zeigt ferner die Austheilung der kleinern cubischen Dollen. Der Grundriſs der 15. steinlage zeigt Nro. XV. Sie ist diejenige Lage, worin das Treppenloch und der Eingang zu sehen sind. Die 18. steinlage ist in Nro. XVIII. gezeichnet, und wie das werk über dem Eingang geschlossen und wieder zu einem Ganzen verbunden ist, das sieht man da. Es erhellet daraus die Hakenverbindung der vier das Treppenloch umschliessenden steine. In die Fugen der Hakensteine werden Keile eingetrieben, wie die stark gezogenen Linien der Figur bezeichnen. Nro. XXIII. stellt die 23. steinlage, auf welcher die Decke des massiven Umfanges kommt (F. 2. T. 52.) dar. Die 24 und 25te steinlagen sind aus Nro. XXV. T. 53. zu ersehn.

nämlich die 25. Lage ist am umfang dieser Figur gezeichnet. Die 25. Lage macht die Decke des Grundbaues oder den Boden des vorrathzimmers aus *). Die abgesonderte Figur oberhalb Nro. XXV. zeigt, nach einem dreymal gröſsern Maasstabe, die verbindung der einzelnen steine, und die verschliessung der lothrechten Fugen. *f* ist der marmorne Dollen, welcher hier blos die Dicke eines gemeinen Backsteins hat, und halb in die untere, halb in die obere steinlage versenkt ist. *g g* bezeichnet die Fuge der obern steinlage. *k u. l* **) geben die Gestalt der Höhlungen, worin die Fugensteine zur verschliessung der lothrechten Fugen geschoben wurden, an. *q r* zeigen die stellen der eisernen Klammern. *m n* den Durchschnitt einer Klammer, *o p* den Grundriſs. Bey *q r* sind Löcher in den stein gebohrt, um die Haken der Klammern aufzunehmen. Für den flachen Theil der Klammern sind aber rechtwinklichte vertiefungen in den stein gehauen. Nro. XIX. enthält den Grundriſs von dem Boden der Küche, und der obern Fläche der 29. (F. 2. T. 52.) steinlage. Man sieht darauf: eine der Ketten ohne Ende, von welcher zu jeder gewölbten Decke zwey gehören. Die abgesonderte Fig. 3. T. 53. zeigt die Kette und die vertiefung, worin sie liegt, nach einem vergröſserten Maasstabe. In der Küche Fig. XXIX. bezeichnen die punctirten Linien bey s die Feuerstelle, bey *t t* den Goſsstein, *u. v.* die Anrichte, *ww* eine Bank, *x* die stelle für einen Tisch, zwischen je ywey genannten sachen ist Raum für ein Fenster. Der Grundriſs des schlafzimmers auf der obern Fläche der 43. steinlage genommen, welcher zugleich einen horizontalen schnitt durch die Fenster gibt, ist Nro. XLIII. Darin sind *y y y* die stellen für drey Hängebetten der Lichtwärter. *z* das Loch für den kupfernen Rauchfang, *a* der ort für eine Glocke.

In der Figur 4. zeigt *b b*, wie die Klammern an den Fensterlöchern angebracht werden, *e f* ist der Rahmen oder das Gestell für den Fensterladen, die aufrechten Theile davon sieht man in Fig. 1. u. 2. Tab. 52. *d* (F. 4. T. 53.) bezeichnet die schwelle, wogegen der Fensterrahmen angelehnt ist. Er wird oben und unten durch zwey hölzerne Nägel bey *g g*, die in besonders dazu in den stein gebohrten Löcher eingetrieben werden, festgehalten. Die Fugen zwischen den hölzernen Rahmen und dem Mauerwerk sind durch einen Kitt, aus oehl und Bleyweiſs, verwahrt.

Nro. XLVI. enthält den Grundriſs von der Dicke des Thurmes oder des Bodens des Balkons. Darinnen ist *h h* das Loch zum Eingang im mittelpunct, *i* das Loch für

*) Fig. 19. Tab. 54. ist ein aufrechter Durchschnitt des Vorrathszimmers nach gröſserm Maaſsstabe, Fig. 18. der dazu gehörige Grundriſs, *ab cd* etc. sind die 16 Ribben oder Lehrbögen für die gewölbte Decke, sie werden durch zwey hölzerne Ringe *efhik* Fig. 19. in ihre Lage erhalten, wovon der erste durch 4, der andere durch 5 Pfosten unterstützt wird. Die Ringe können auseinander genommen werden, damit sie nach gelegtem Schluſs des Gewölbes aus dem Zimmer gebracht werden. Bev *b* sieht man, wie die Rippen auf den Ringen ruhn.

**) Diese Buchstaben sind im Kupfer vergessen, sie sollten zwischen *r q* und *r g* bey dem Rhamboden stehn, welche die Höhlungen sind.

den Rauchfang. Die punctirten Linien *kk* (F. 46. T. 53.) bezeichnen die achteckigte Grundfläche der Laterne; *m m m* zeigen die stellen des eisernen Geländers; *n n n* die Pfeiler desselben. Die Laterne und wie die Lichter hangen, dies sehen wir in Fig. 8. und 9. T. 52. Die acht winkelpfeiler *e f* (F. 9.) sind von gegossenem Eisen und werden oben durch breite Klauen, welche auf flache eiserne stäbe, ein zoll dick, vier zoll breit, aufgeschraubt sind, festgehalten. Man sieht diese Verbindung noch deutlicher in Fig. 24. Tab. 54. In Fig. 8. Tab. 52. bezeichnet *a b* den eisernen Ring des grofsen Leuchters von 6 Fufs 4 zoll im Durchmesser, welcher 16 Lichter enthält, *c d* ist der kleinere Leuchter von 8 Lichtern, 8 Fufs 4 zoll im Durchmesser. Die Lichter sind so viel möglich gleichförmig, und so über die Fläche der Laterne vertheilet, dafs keines von der Hitze des andern leidet. Die beyden Leuchter sind, wiewohl von verschiedener Gröfse, doch mit einander im Gleichgewicht. Der untere Leuchter ist in den Puncten *e f g h*, der obere in *p q r s* durch stricke aufgehängt. Von den stricken des untern Leuchters vereinigen sich die von *e* und *f* kommenden in *i*, die von *g* und *h* kommenden in *l*, und gehen als einfache stricke nach den Ring *n o*, in welchen sich die vier von den obern Leuchtern kommenden stricken vereinigen. Von denselbigen suspensionspuncten gehen auf der untern Fläche der beyden Leuchter die stricke *y z* 2, *y z* 3, *t a u x* unterwärts. Zieht man am seil *u x*, so erhebt man den grofsen Leuchter; und selbst den kleinen, umgekehrt, wenn man an dem strick *z* 2, *z* 3 zieht. Das Eifenwerk der Laterne sowohl, als ihr steinernes Fundament ist durch die eisernen stäbe *e' f' g' h'* Fig. 9., die in den Ecken hinablaufen, mit der Decke des Thurmes verbunden. Die Köpfe der stäbe fassen oben den eisernen Ring der Laterne, und werden unten durch schrauben, die durch die gewölbte Decke gehen, festgehalten. *i i i i*, Fig. 8. sind zwey zoll im Durchmesser haltende Luftlöcher für die Laterne. Von dem aus der Küche kommenden Rauchfang ist blos der in der Kugel *) steckende Theil abgebildet.

§. 217. *Die zusammensetzung der Laterne* ist merkwürdig genug, um als Muster zu dergleichen Gebäuden zu dienen; und wir wollen sie hier deswegen noch näher beschreiben. In der 54. Tafel stellt Fig. 24. den Grundrifs des Eisenwerks nach einem Drittel der wahren Gröfse dar; *A B B*, *C D D* die innere und äufsere seite der eisernen Grundschwellen. *D B* ist die Fuge zweyer an einander stofsender stäbe der schwellen. — *c. d, e, f, g, D*, der horizontale schnitt von der Hälfte eines gegossenen eisernen Pfeilers. *d, h, i, k, l, g*, zeigen den Grundrifs der Klaue deutlich, wodurch der Pfeiler *E F* auf die schwelle geschraubt wird. Die einzelnen stäbe der schwelle wurden durch die winkelstücke *m n o p q r s t* zusammen geschraubt, ehe

*) Die abgesonderte oben gegen die Kugel Fig. 8. T. 52. stehende Figur ist ein horizontaler Querschnitt der Kugel. Sie zeigt, wie man für den Rauch der Küche sowohl, als der Laterne, besondere Oefnungen erhalten hat.

man die Pfeiler aufsetzte. Der vierecktigte Raum ist auf der seite *r s* etwas vertieft und zeigt an: daſs die Hundsköpfe (Haken der stäbe) mittelst denen die Laterne mit dem Thurm verbunden ist, unwandelbar aufsitzen.

Die punctirte Linie *v x* zeigt die innere; *y z* die äussere seite eines horizontalen schnittes der Glasplatten; *x a* ist die Fuge, worin sie sitzen; 6 1 2 *e a x* ist ein schnitt des Randes, der um die Fensterrahmen geht, und durch die kupfernen schrauben G G auf dem flachen Rande der Pfeiler festgehalten wird. 3 4 6 deutet die innere; 5 6 die äussere seite der Ribben- oder Rahmenstäbe an, welche sich mit dem gebogenen Rand bey *b w x a b* vereinigen. Die abgesonderte Figur *x* ist ein gröſserer schnitt eines Fensterstabes. Fig. 27. ist der Aufriſs zum Grundriſs Fig. 24. Darin ist *A B* die obere, *C D* die untere seite der Grundschwelle. *D B X* der Aufriſs eines winkelstücks, *D B X Z R* ein Pfeiler mit seiner Klaue. Die punctirte Linie *y z r* bezeichnet die Ausdehnung des umgebogenen Randes, dessen Durchschnitt in der ersten Fig. mit *e f g* bezeichnet ist. G sind die schraubenlöcher zur Befestigung des Randes an die Pfeiler. E E, F F die zwey schrauben der Klaue. *w w w* bezeichnet die innere seite des kupfernen Randes; *x x* die Ausdehnung der Fuge. Der Raum P Q oben und unten ist eine vergröſserung von der Breite des Randes, um den Raum bis zu den Klauen auszufüllen. Fig. 29. *x* Tab. 54. zeigt die innere seite eines Fensters der Laterne, so wie sie gebauet ist. Und die regelmäſsige stellung der Kreuzstäbe Fig. 8. Tab. 52. hat smeaton erst nachher angegeben.

§. 218. *Die Geschichte des Baues; vom Beginnen des Mauerwerks bis zur Vollendung des Leuchtthurms. Tab. 54. ist diese:*

Mit Ende des Mays 1757. war alles in Bereitschaft, um mit d. . Neptunsbuise abzufahren und die Arbeit auf dem Felsen anzufangen. Die witterung verstattete jedoch erst am 4. Junius die Annäherung zum Felsen, wo alsobald die Ankerkette des groſsen Boyers (schwimmers) durch den Takel E F G (T. 54. F. 2.) aufgehoben, und statt desselben die Neptunsbuise vor Anker gelegt wurde. Am 5. Junius Morgens landeten die Arbeiter am Felsen, und waren die Ebbezeit bis zum 10. damit beschäftigt, die winden und Flaschenzüge aufzustellen; an der östlichen seite des Felsens hölzerne Pfosten P Q zu befestigen, welche die am Felsen vor Anker liegende Boote gegen das zerstossen sicherten; und endlich in einer Entfernung von 80 Faden nordwärts vom Ankerplatz den ganz groſsen schwimmer auf 14 Faden Tiefe vor Anker *) zu legen. Den 12. Junius wurde der erste stein, von $2\frac{1}{4}$ Tonnen Gewicht auf den Felsen gebracht, und bis den 13. Abends die erste steinlage, bestehend aus 4 Granitsteinen, in ihr Lager gesetzt, und gehörig befestiget. Die Aufhebung der erstern steinlagen, welche in der angezeigten Figur punctirt sind, wurden mit dem groſsen scheerentakel F E G aufgewunden.

*) Er diente während der Arbeit den Transportschiffen zum Anhaltungspuncte.

Die Art und Weise, nach welcher die Steine aufgewunden und alle Scheerentakel gestellt waren, sehen wir auch in der 54. Kupfertafel Fig. 2. Es wird also lehrreich seyn, von diesem Baugeschäfte noch folgendes anzuführen: *EFG* bezeichnet die Scheeren, von deren Spitze der grofse Flaschenzug *AB* herabhängt, dessen Takelfall (Seilende) über die feste Rolle *E*, nach der Winde *a* geht; deren eisernes Gestell ist auf den Felsen befestiget und in der abgesonderten Figur 20. sowohl, als der Baum von der Winde von vorne, in der Fig. 21. von der Seite *c* zu sehen, Fig. 23. erläutert, wie die Zapfen des Wellbaums in dem Gestell befestiget sind. Indefs der Stein in die Höhe gehoben wird, zieht ein bey *I* (F. 2.) stehender Arbeiter den Takelfall des Flaschenzugs *HK* ein, und bringt dadurch die Scheeren *FEG* in eine lothrechte Stellung, welche sich, so lange der Stein noch in dem Boot ist, in einer merklich geneigten Lage befinden. Das Spannseil *LM* der Scheere geht über den Felsenschlund nach einem Ring in dem südlichen Felsenrief *ld* Fig. 1. die Spannkette *O* F. 2. geht auf der andern Seite queer über den Bau nach einem Ring *R* Fig. 5. Tab. 52. am westlichen Ende des Felsens.

Die 26. Figur auf Tab. 54. zeigt das Anker ähnliche Eisen, mittelst dessen die Flaschen des grofsen Takels aufgehängt sind. Durch das Loch *e* des Ankers und die beyden Backen der Scheeren geht ein runder Zapfen von Eisen, um welchen der Anker frey spielen, und sich in eine lothrechte Lage hängen kann. Nachdem das Gebäude bis zu der Höhe *O* Fig. 2. Tab. 54. empor gekommen war, wurden die Materialien durch das Treppenloch mittelst des auf der 4ten Etage abgebildeten dreyfüssigen Takels *k* in die Höhe geschaft. Sobald die Decke dieser Etage vollendet war, mufsten alle Lasten von aussen in die Höhe gehoben werden, weil nun die Oefnung in der Decke zu klein war. Hierzu diente der auf der 5ten Etage abgebildete bewegliche Scheerentakel nebst dem im untersten Zimmer bey *R* aufgestellten Hornhaspel. Statt des Spannseiles hatte der bewegliche Takel hinten einen Fufs, der so lang war, dafs er den beweglichen Scheeren die nöthige Neigung nach vorne gestattete, um das Anstofsen der Last gegen die Mauer des Thurmes zu verhindern. Das Vorüberfallen der Scheeren wurde durch einen an dem hintern Fufs angebrachten Flaschenzug, wodurch man zugleich die Neigung der Scheeren in seiner Gewalt hatte, verhindert. Die 25. Fig. zeigt den Grundrifs dieses beweglichen Scheerentakels.

Zur Aufrichtung der Kuppel und Laterne diente das auf der 6ten Etage Fig. 2. abgebildete Hebzeug. Da jetzt der untere grofse Flaschenzug *AB* nicht mehr von nöthen war, so wurden die Scheeren desselben auseinander genommen, und dienten als Rüstbäume *qs* und 3, indem sie kreutzweise durch die Fenster des obersten Zimmers gesteckt, und befestiget wurden. Man beliebe Fig. 22. anzusehen, welche den Grundrifs des obersten Rüstzeuges vorstellt. Von den Enden *q* und *s* des einen Baums giengen zwey Spannseile nach den Puncten *xl* (F. 2.) der beweglichen Takelbäume. Unter einem rechten Winkel mit dem Baum *qs* gieng das Spannseil *zxy* über einen nach

hinten schief aufgestellten Baum nach dem Flaschenzug 1. 2. und von da ein anderes Spannseil nach dem Ende 3. des Scheerenbaums und dem Fenster unter 4. Vermittelst des Takelfalls von 1. 2. hatte man die Neigung des Gerüstes nach vorne in seiner Gewalt. Ihm entgegen wirkte das lange Spannseil 7, welches nach den Ring in dem Felsen herunter lief, woran vorher das Spannseil des grofsen Takels befestiget war.

Wir kommen nun zur zweyten Steinlage Tab. 53., die aus 13 Steinen bestand, und bemerken, dafs, ehe sie in ihrem Lager befestiget werden konnte, die Arbeiter zweymal durch Sturm von dem Felsen vertrieben wurden. Der erste gieng glücklich ohne Schaden an der nicht vollendeten Arbeit anzurichten vorüber; aber der zweyte, welcher so heftig war, dafs die Wellen, welche über den 24 Fufs oberhalb der Spitze des Felsens erhabenen Takel hinwegstürzten, fünf grofse Steine fortrollten, worunter einer bereits in seinem Lager befestiget, zwey nur eingesetzt, aber nicht befestiget; die übrigen theils mit Ketten angebunden, theils mit Gewichten beschweret waren *). So unangenehm die Folgen dieses Sturmes waren; bewiesen sie doch die Ausführbarkeit der eingeschlagenen Methoden: die einzelnen Steine sowohl in ihren, als mit der nächst vorhergehenden und folgenden Steinlagern zu befestigen, welches jetzt näher beschrieben werden soll. Es ist bereits erwähnt worden: dafs die einzelnen Steine einer jeden Lage auf den Werkplatz genau, und besonders bearbeitet; in ihre respectiven Lagen gebracht, und so bezeichnet werden mufsten, damit sie auseinander genommen und auf dem Felsen leicht wieder in ihre gehörigen Stellen gebracht werden konnten. Dies geschah auf einer auf dem Werkplatz dazu eingerichteten Plattform *a b*, (siehe unten in Fig. 16. Tab. 54.) auf welcher man die einzelnen Steine einer kreifsförmigen Schichte eben so fügte, wie sie auf dem Felsen gesetzt werden sollten. Auf dem Mittelpunct der Schichte, durch die Mitte eines jeden Steines, wurde sowohl der Halbmesser als auch concentrische Kreifslinien gezogen. Ueberall, wo diese Linien die Fugen der Steine durchkreutzten, wurden in die beyden aneinander gränzenden Steine, vermittelst eines eisernen Stabes und Sandes, solche Gruben eingeschnitten, so dafs man sowohl durch den Sinn des Gesichtes als auch des Gefühles die Steine, beym Bau, in ihre gehörige Lage bringen konnte. Bey den sechs untern Steinlagen, welche zur Ausfüllung der Stufen des Felsens dienten, verfuhr man im Ganzen eben so, nur dafs, statt der Halbmesser und concentrischen

*) Zum Herausheben der Steine aus dem Wasser bediente man sich eines Werkzeugs F. 17. T. 54. Es besteht aus einem 12 Fufs langen, vorne mit einer eisernen Spitze versehenen Stab *b*. Die Spitze wird in eines der Nagellöcher des Steines gesteckt, das Seil *d f e* an dem Flaschenzug gebracht. Der kurze Arm *e* mufs so gerichtet werden, dafs er verlängert durch den Schwerpunct des Steins geht. Wegen der Länge des Arms g zieht sich die Spitze des Stabes durch eine am Seil angebrachte Kraft nur fester in das Loch des Steins. Um bey unruhiger See auf den Boden des Felsens sehen zu können, bediente man sich eines Sprachrohrs, dessen weite Oefnung man 8 bis 10 Zoll unter die Oberfläche des Wassers brachte.

Kreifslinien, mit den Stufen paralelle und auf diese senkrechte gerade Linien gezogen wurden.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte die Legung der vier Hauptsteine auf jeder Stufe des Felsens. (Man sehe die verschiedenen Figuren der 53sten Tafel). Die Steine wurden, wie bereits oben erwähnt worden ist, nach besondern, auf dem Felsen genommenen Modellen behauen, auf der Plattform in ihre gehörige Lage gegen einander gebracht, und die Zwischenräume von einem Stein zum andern durch hölzerne Probestückchen gemessen. Vermittelst diesen konnten sie auf dem Felsen leicht in ihre Lager gesetzt, und wo noch etwas fehlen sollte, durch Behauung der Steine oder des Felsens, nachgeholfen werden. Die dazwischen passenden Steine wurden alsdann nach den auf ihnen eingehauenen Merkmalen eingesetzt.

Auf die schmalen Seiten der Steine wurden von der untern bis zur obern Fläche einer jeden Steinlage Hohlungen, drey Zoll weit und ein Zoll tief, eingehauen. Zu den Vertiefungen wurden eichene Keile bereitet, welche etwas schmäler als drey Zoll, am Kopf kaum einen Zoll, an der Spitze $\frac{3}{8}$ Zoll dick waren. Die Anordnung der Höhlen zeigen die verschiedenen Figuren der 53. Kupfertafel, wo die kleinen schwarzen Parallelogrammen längs den Fugen der Steine die Oeffnungen der Höhlen andeuten. Die Stellung rechter oder linker Hand der Fuge giebt an, in welchem Stein die Höhlung ausgehauen ist. Wenn die Länge der Seite eines Steines nicht über 14 Zoll betrug, so wurde eine Höhlung in der Mitte der Seitenfläche, bey einer Länge der Seite von 18 Zoll und darüber zwey Höhlungen für hinreichend gehalten.

Wenn ein Stein zum Einsetzen zugerichtet war, so wurde der in Zukunft zu beschreibende Mörtel jedesmal frisch bereitet, indem in einem Eimer zuerst $\frac{1}{4}$ Buschel Kalch mit der hinlänglichen Menge Wassers, mittelst eines hölzernen Rührlöffels, wohl unter einander geschlagen, und hierauf, bey fortgesetztem Schlagen, die übrigen Ingredienzen hinzugethan wurden. Der so zubereitete Mörtel wurde in das Bett des Steines gegossen, und hierauf der Stein, mittelst des kleinen Sheerentakels *k* Fig. 2. Tab. 54., niedergelassen, und nur wenige Steine erforderten die Anwendung des grofsen Takels- und Flaschenzugs. Der in sein Bett gesenkte Stein wurde vermittelst einer Weingeistlibelle und eines hölzernen Hammers in eine horizontale Lage gebracht, und nach den eingeschnittenen Marken gehörig gerichtet. Nun mufste er noch befestiget werden; zu dem Ende wurden in jede der an den Seiten des Steines ausgehauenen Höhlungen 2 von den oben beschriebenen eichenen Keilen eingetrieben, der eine mit der Spitze aufwärts, der andere mit der Spitze unterwärts gebohret. Der erste wurde mit der Hand gehalten, indefs man den andern mit einer kleinen eisernen Ramme einschlug, wodurch die Keile so fest in die Oeffnungen eingetrieben werden konnten, so dafs man, ohne gehörige Vorsicht, selbst die Steine gesprengt haben würde. Ueberdiefs wurden zwischen die Köpfe der Schwalbenschwänze ein Paar dünne Keile eingeschlagen, welche, indem sie den Stein aus der

verzahnten Fuge heraus zu treiben strebten, ihn nur mehr befestigten. Die steine, welche einmal so befestiget waren, widerstanden den wirkungen der see vollkommen, sobald der Mörtel erhärtet war. Um indessen auch auf den Fall die Lage der steine zu sichern, wenn der Mörtel vor seiner Erhärtung durch die wellen ausgewaschen würde, und die untere Fläche der steine den hydrostatischen Druck der hoch gehenden see auszuhalten hätte, so wurde überdiefs jeder stein durch hölzerne Nägel (trenoils) an die vorhergehende schichte befestiget. Zu dem Ende waren, durch jeden stein von der obern zur untern Fläche zwey 1¾ zoll weite Löcher gebohret worden. Wenn nun der stein durch Keile auf die beschriebene weise in seinem Lager befestiget war, so wurden die beyden Löcher mit einem um ⅛ zoll engern eisernen Bohrer 8 — 9 zoll tief in den darunter liegenden stein fortgesetzt, hierauf ein unten etwas zugespitzter hölzerner Nagel mit Gewalt in die Löcher hineingetrieben, nöthigen Falls oben verkeilet, und der obern Fläche des steines gleich abgeschnitten. Da die Nägel sämtlich trocken eingeschlagen wurden, so quollen sie durch die Benetzung mit wasser so in die vertiefungen und Unebenheiten der Löcher in den Steinen ein, dafs keine Gewalt einen so aufgenagelten stein aus seinem Lager heben konnte, als welche die beiden Nägel der Länge nach zerrissen haben würde. Zuletzt wurden noch die Fugen der steine von oben herab mit hinlänglich verdünntem Mörtel ausgegossen, und wenn das überflüssige wasser in die trocknen steine gedrungen war, so lange Mörtel nachgegossen, bis alles eine feste zusammenhängende Masse ausmachte. Nöthigen Falls wurden alsdann noch die Fugen durch einen ueberzug von Gips gegen das Auswaschen des noch nicht erhärteten cementes verwahret. So wurde der Bau bis zur 6ten stufe, welche den ganzen Felsen ebnete, fortgeführt, indem stets die steine einer jeden Stufe, welche in den Felsen eingelassen waren, zuerst gelegt und befestiget wurden. Die folgenden steinlager konnten nicht mehr unmittelbar mit dem Felsen verbunden, sondern mufsten durch die Kunst mit dem bereits aufgeführten Fundament vereiniget werden. Zu dem Ende wurde durch den mittlern stein des 6ten Lagers Fig. VI. Tab. 53. ein viereckigtes Loch von einem Quadratfufs oberfläche gehauen, und in gleicher Entfernung von dem Mittelpunct in demselben Lager noch 8 Löcher von gleicher Gröfse, 6 zoll tief von der oberfläche eingelassen, welche zur Aufnahme von 8 würfeln von Marmor (in der Kunstsprache *Dollen* genannt) bestimmt waren. In das mittlere Loch wurde ein 22 zoll hohes Parallelepipedum von Marmor in Mörtel gesetzt, und mit dünnen Keilen befestiget, hierauf der Mittelpunct-stein des 7ten Lagers mit einer, über den 9 zoll über die oberfläche des 6ten Lagers hervorstehenden marmornen Block, passenden Vertiefung aufgesetzt, in Mörtel gebettet, auf jeder seite des Marmorblocks eingetheilet, und überdiefs mit 4 hölzernen Nägeln, auf die oben beschriebene weise an die untere schichte befestiget. (Siehe Nro. VII. Tab. 53.) Und um den Mittelpunctsstein wurden vier steine mit schwalbenschwänzen eingelassen, gehörig in Mörtel gebettet, verkeilet, und

jeder Stein mit 2 hölzernen Nägeln auf die untere Steinlage genagelt, so daſs das Ganze eine kreisförmige Steinmasse, von 10 Fuſs im Durchmesser, und ungefähr 7 Tonnen (1400 Pf.) Gewicht, bildete. Die man ausser dem Marmorblock in der Mitte durch zwölf hölzerne Nägel auf der darunter befindlichen Steinlage befestigte. Sie hatte einen hinlänglichen Umfang, um 8 schwalbenschwanzförmige Vertiefungen für eben so viele Steine der dritten Reihe, jeden von zwölf Centner Gewicht, aufzunehmen. Die dritte und vierte Reihe von Steinen wurde übrigens nach denselben Grundsätzen, durch Mörtel, Keile und Nägel, wie die in die Stufen des Felsens eingeschlossene Hauptsteine befestiget. Die fünfte Reihe wurde ausserdem durch die 8 marmorne Dollen festgehalten, deren Köpfe, bevor man Steine legte, mit Mörtel überzogen wurden. Um alle Zwischenräume zwischen den Dollen und den Vertiefungen der Steine mit Mörtel auszufüllen, wurden von der obern Fläche der Steine nach dem Boden der Dollengruben, Löcher gebohret, durch welche der Mörtel nachgefüllt und vermittelst einer kleinen Ramme eingetrieben werden konnte. Die Dollen widerstanden, so lange der Mörtel nicht erhärtet war, nur einer seitwärts gehenden Verschiebung der Steine. Die Erhebung muſste blos die Cohärrenz der eingeschlagenen Nägel verhindern. Sobald aber der Mörtel erhärtet war, trugen die Marmorblöcke ungemein viel zur Befestigung der einzelnen Steinlagen nach allen Richtungen bey, und Smeaton zog die beschriebene Methode; einer andern Idee: nämlich die obere Steinlager durch Verzahnungen an die untere zu befestigen, als minder beschwerlich in der Ausübung, vor. Uebrigens gesteht er, daſs er sich mehr durch ein richtiges Tantonnement, als durch angestellte Calculation von der Festigkeit des von ihm aufgeführten Gebäudes überzeugt habe.

Vom 25ten bis zum 29ten August hatte die Mannschaft einen harten Sturm auf dem Felsen auszustehn, welcher einige Werkzeuge und unbefestigte Steine von dem Felsen hinwegspühlte; so unvorgesehn wird man öfters bey dem Wasserbau von den Elementen überrascht! Der bereits befestigte Bau hielt den Sturm vollkommen aus, daſs man nicht die *geringste* Beschädigung daran wahrnahm. Einer der versunknen Portlandsteine wurde mit Hülfe des in Fig. 17. Tab. 54. abgebildeten Instrumentes wieder hervor geholet. Die Arbeit gieng bis zu Ende September glücklich von statten, indem bis dahin die neunte Lage von Steinen vollendet wurde.

Im December erhielt Herr Smeaton die unangenehme Nachricht, daſs der groſse Schwimmer sowohl, als die kleinern, welche die Stelle des Ankers bezeichneten, fortgetrieben seyn. Man setzte einen Preis von 50 Pfund Sterl. auf die Wiederfindung des Ankers, aber aller angewendeten Bemühung ungeachtet, dauerte es bis zum 11. May 1759., da durch ein besonderes dazu verfertigtes biegsames Thau, die An-

ker mit der Kette und den kleinen Schwimmer wieder aufgefunden, und die Neptunbuise vor Anker gelegt wurde. Der grofse Schwimmer war aber verlohren *).

Der Bau auf dem Felsen wurde auch wieder angefangen, nachdem das Magazinschiff mittelst einer 240 Fufs langen Kette und zweyer Anker 200 Faden vom Felsen etablirt war; und am 5. August war die vierzehnte Steinlage, und damit der solide Grundbau vollendet. Nun fieng der Bau an, welcher den Eingang und das runde Treppenloch ausmachte Tab. 53. Fig. XV. XVIII. XXIII. und Tab. 52. Fig. 2. Den Mittelpunctsstein, welcher jetzt wegfiel, ersetzten 4 mit zackenförmigen Fugen zusammen gepafste Steine, die gleichsam einen Stein bildeten, in dessen Mitte sich das Treppenloch befand. Sie wurden nach den bereits befolgten Grundsätzen durch hölzerne Nägel gegen das Aufheben, und durch Dollen von hartem Marmor gegen das Auseinanderweichen gesichert. Die Dollen oder Würfel machte Smeaton jetzt nur 6 Zoll stark, dagegen verdoppelte er ihre Anzahl von 8 auf 16 über der Eingangsthüre. Das letzte geschah, weil wegen dem Treppenloch mehrere Dollen erforderlich waren, das erste, theils weil die nun kleiner gewordene Grundfläche des Baues durch die 12zölligen Würfel zu sehr wäre durchbrochen worden, andern theils weil die horizontale Kraft des Wassers in einer Höhe von 12 Fufs über der Spitze des Felsens nicht mehr so viel Gewalt ausüben konnte. Vom 24. August an wurden die Arbeiten durch Sturm unterbrochen und der Treppenbau konnte erst den 24. September vollendet werden. Smeaton wünschte noch dieses Jahr das untere Zimmer zu beendigen, um vorläufig den Winter hindurch eine Beleuchtung anbringen zu können. Er schrieb desfalls an die Eigenthümer und das Trinity-Collegium, und stellte den Nutzen und die Möglichkeit der Ausführung seines Projectes vor. Auf die steinerne Decke des Zimmers sollte eine Plattform von Werkholz gelegt und diese mit einem getheerten Segeltuch bedeckt werden. In die Mitte der Plattform sollte der zur Hebung der Steine dienende Dreyfufs aufgerichtet, und an demselben die für die Neptunsbuise verfertigte Laterne aufgehangen werden. Da Smeaton keine verneinende Antwort erwartete, so traf er im voraus die nöthigen Anstalten. Den 23. September wurde der Bau des ersten Zimmers angefangen. Das solide Fundament mit Einschlufs der Treppenetage war 27 Fufs über die Spitze des Felsens oder über die gewöhnliche Springfluthen erhaben, und die Fläche des Baues hatte jetzt 16 Fufs 8 Zoll im Durchmesser. Sechs und zwanzig Zoll schien für die Dicke der Mauer in der Höhe hinreichend, so wurde für das Zimmer ein Raum von 12 Fufs 4 Zoll im Durchmesser angenommen. Die Dicke der Steine war der Dicke der Mauer gleich, ihrer 16 bildeten den ganzen Kreifs. Je zwey neben einander liegenden Steine wurden durch eiserne Klammern zusammen gehalten Fig. XXV. T. 53. Die untere Lage wurde mit der darauﬂiegenden durch marmorne

*) Die gewönlichen Anker, von denen die Boye oder das Schwimmholz verlohren ist, werden mit dem sogenannten Fischtau, welches mit Steinen oder auch Bley beschwert ist, um auf den Grund zu schleppen, und das an beyden Enden an Boote befestigt ist, aufgefischt.

Dollen verbunden, deren 16 aus der Mitte der untern steine in die Fugen der obern giengen; diefs gab 32 Anhaltungspuncte für jede aufliegende steinlage. Die Dollen waren 8 zoll lang, 4 zoll breit, und 3 zoll hoch, griffen also 1½ zoll tief in jede steinlage ein. Es mufste vorzüglich Rücksicht darauf genommen werden: die anzulegenden zimmer gegen alles eindringende wasser zu sichern. Die horizontalen Fugen der steine erregten keine Besorgnisse, weil der Mörtel in ihnen durch die aufliegende Last gegen das Auswaschen gesichert war, desto mehr die verticalen Fugen. In der Mitte einer jeden solchen Fuge wurde daher eine im Queerschnitt rautenförmige oben beschriebene vertiefung (XXV. T. 53.) 6 zoll lang, 1½ breit durch die ganze Höhe der steine eingeschnitten. In jedes dieser Löcher wurde, nachdem es vorher mit flüssigem Mörtel angefüllt war, ein passendes Parallelepipedum von einem harten Marmorstein (*Purbecker* Pflasterstein) eingeschoben. Die eingeschobenen steinstücke (Smeaton nennt sie Fugensteine) waren etwas kürzer, als die Tiefe der Löcher, damit sie den oben darüber zu legenden eisernen Klammern nicht hinderlich fielen. Die Klammern waren 13 zoll lang, 2 zoll breit, ⅝ zoll dick. Die umgebogenen Enden waren 3 zoll lang, und bildeten Cylinder von 1⅛ zoll im Durchmesser. Die Höhlungen für die Klammern waren bereits auf der Werkstätte in die steine gehauen, und konnten gehörig eingepafst werden. Jede Klammer wurde in einem Kessel voll roth glühenden Bleys, selbst bis zum Glühen, erhitzt, hierauf ein Löffel voll Oel in das für die Klammern bestimmte Loch geschüttet, die Klammer schnell eingesetzt und mit Bley ausgegossen. Das durch die Hitze verdampfende Oel bildete einen fettigen Ueberzug, welcher die vollkommene Vereinigung des Bleyes mit dem stein und der Klammer beförderte, und zugleich das Eisen gegen den Rost schützte. Da sich die heissen Klammern bey ihrer Erkältung verkürzten, so wurden die Steine um so fester zusammen gehalten.

Bey der obersten steinlage, worauf die gewölbte steinerne Decke gestützet werden sollte, wählte Smeaton zu mehrerer sicherheit gegen jedes denkbare Auseinanderweichen, eine andere Bindung der steine durch eine zusammenhängende eiserne Kette ohne Ende. Er entlehnte die Methode von Christoph Wren, welcher sie bey der Kuppel der St. Paulskirche angewendet hatte. Zu der Absicht wurde eine Kette verfertiget, deren stäbe 1¼ zoll ins Gevierte stark waren. Sie wurde in eine kreifsförmige Höhle, welche 4 zoll weit und tief in die obere Fläche der Mauer eingehauen war, ausgespannt gelegt, S. No. XXIX. Tab. 53., und die Höhlung mit rothglühendem Bley ausgegossen, wozu 12 Centner aufgiengen. Vor dem Eingiefsen des Bleyes wurde sowohl die Kette als die Oberfläche der Höhle mit Oel beschmieret. Der ganze Umkreifs der Höhle wurde durch Scheidwände von Lehmen in 4 gleiche Theile getheilet. Sobald die erste Abtheilung voll Bley gegossen war, und das Metall zu erhärten anfieng, wurde die Scheidwand der nächsten Abtheilung hinweg genommen, und diese ebenfalls voll gegossen, u. s. w. rund herum. Hätte man die ganze Höhlung auf einmal ausgiefsen wollen, so würde das Bley, wegen der Gröfse des um-

fangs, nicht rund herum geflossen seyn, und keine vollkommene vereinigung statt gefunden haben. Um die nöthigen vertiefungen in dem Bley für die Marmorblöcke zur verbindung der obern steine zu erhalten, wurden ziegelsteine, von der gehörigen Gröſse und Dicke, bey dem Ausgiessen in die Rinne gesetzt, und nachdem das Bley erhärtet war, hinweg genommen. Das Auseinanderweichen der Mauer durch den Druck der Decke zu verhindern, dazu wurde die Fläche, mit welcher sich das Gewölbe an die Mauer lehnte, nicht nach einer schrägen gegen den Mittelpunct des Gewölbes laufenden Richtung abgekantet, sondern sie bildete mehrere horizontale Absätze, wie aus Fig. 2. Tab. 52. erhellet. Hierbey wurde noch die vorsicht gebraucht, die Decke auf zwey steinlagen ruhen zu lassen. Aus dem Anblick des citirten Durchschnitts ergiebt sich, daſs die Decke, wofern sie aus einem stück bestanden hätte, gar nicht seitwärts gegen die Mauer gedruckt haben würde. Um nun die gewölbte Decke diesem zustand möglichst zu nähern — bestand — der schluſsstein aus einem einzigen stück, welches in der Mitte eine runde Oefnung von 2 Fuſs im Durchmesser, zum Durchschlupfen für einen Mann, auf den 4 seiten aber schwalbenschwänze zur verbindung der übrigen steine hatte. Aus Fig. 19. Tab. 54. ist zu ersehen: wie die einzelnen steine der Decke, vermittelst eines aufgeschlagenen Gerüstes, gesetzt wurden. Zuerst wurde der Mittelpunctsstein, hierauf die äusseren umfangssteine und dann erst die dazwischen befindlichen steine gelegt. Als Smeaton mit dieser Arbeit beschäftiget war, und sie gröſsten Theils vollendet hatte, erhielt er vom Trinityhause die Nachricht, daſs kein Licht vor Beendigung des Gebäudes aufgesteckt werden dürfte. Somit wurde die Arbeit unterbrochen und für dieses Jahr beendiget.

§. 219. *Die zur vollendung des Baues abzweckenden vorarbeiten des 4. Jahres* bestanden darin: daſs während im Frühjahr 1759. die Arbeit auf der werkstätte zu Millbay rasch betrieben wurde, *smeaton* die nöthigen zeichnungen zu dem Geländer des Balcons, der Laterne und der Kuppel verfertigte. Er bestellte die dazu erforderlichen Eisen- Kupfer- und Glasarbeiten in London. Ein optiker hatte dem Trinityhause den vorschlag gethan: die einzelnen Glasscheiben der Laterne nach Kugelsegmenten zu schleifen, welche zusammengesetzt eine Kugel von 15 Fuſs im Durchmesser bildeten. Smeaton, der darüber befragt wurde, urtheilte richtig, daſs dieſs unnöthige Kosten und weitläuftigkeiten verursachen würde, weil man doch nicht alle Lichter genau in den Mittelpunct der Kugel würde setzen können, und den schiffern nur die parallel mit dem Horizont ausfahrenden Lichtstrahlen Nutzen bringen könnten

Den 27. May meldete Herr Jessop, der den Felsen nach einem heftigen sturm besucht hatte, daſs er zwar in dem Bau selbst alles unversehrt angetroffen; aber den an den Ankerketten befindlichen groſsen schwimmer nicht mehr vorgefunden habe. Es muſsten, nach mehreren vergeblichen Bemühungen, die Anker wieder aufzufinden, abermals zwey neue Anker und Ketten verfertiget werden. Den 5. Julius landete die

Gesellschaft zur Arbeit auf dem Felsen. Bey näherer Untersuchung fand sich, daſs einer von den 8 voriges Jahr in dem fertigen Zimmer des Thurmes zurückgelassenen Steinen fehlte. Er muſste von den Wellen, welche sich über den Thurm durch die Oefnung in der Decke des Zimmers hereinstürzten, zur Thüre hinausgeflöſst worden seyn, ungeachtet er zwischen 4 und 5 Centner wog. Die Arbeit war jetzt mit mindern Schwierigkeit verknüpft, und gieng so gut von statten, daſs bis zum 17. August der steinerne Thurm bis an die Laterne vollendet stand.

Smeaton untersuchte nun den lothrechten Stand des Gebäudes durch ein Senkel, das er von der Mitte des Balcons bis auf den Boden des Treppenlochs 49$\frac{1}{2}$ Fuſs hoch herabfallen lieſs, es wich nur $\frac{1}{8}$ Zoll östlich vom Mittelpunckt der Treppenöfnung ab.

Jetzt waren also nur noch, ausser der Errichtung der Laterne, und des Geländers der Gallerie, die steinerne Treppe, die Fensterläden und Thüren in den verschiedenen Oefnungen der Zimmer anzubringen. Die dazu erforderlichen Angeln und Kloben wurden entweder in Löcher eingebleyet, welche in die massiven Steine eingebohret wurden, oder in Keile von Eichenholz, die man vorher in die Bohrlöcher der Steine eingetrieben hatte, befestiget. Nie wurde ein Kloben oder etwas dergleichen in eine Fuge des Mauerwerks geschlagen, wodurch der Zusammenhang des Cementes mit den Steinen hätte gestöhret werden können. Den 24. August war das Mauerwerk zu der Laterne vollendet. Das Gestelle der Laterne bestand aus zwey mit einander parallel laufenden eiſernen Reifen, welche die Stelle der Schwellen vertraten, und durch gegossene eiserne Stäbe sowohl der Höhe als Queere nach Tab. 52. Fig. 9. mit einander verbunden waren. Die Fensterrahmen bestanden aus Kupferblech, welches mit eisernen Schrauben an das eiserne Gatter der Laterne befestiget und überall durch eingeschmolzenes Bley gegen das Eindringen des Wassers verwahrt wurde. Die Glasplatten wurden durch Stifte in den hupfernen Rahmen festgehalten, und die Fugen wohl verkittet. Um die Glasplatten, vor der Erhärtung des Kittes, gegen die Wirkung des Wassers zu sichern und zugleich das Gitterwerk der Laterne gegen jedes mögliche Drehen und Winden zu schützen, brachte Smeaton überdieſs hinter dem Glase eines jeden Fensters zwey nach Diagonalen sich kreutzende eiserne Stähe, 1$\frac{1}{8}$ Zoll stark in der Mitte, und $\frac{3}{4}$ bey den Enden, an, welche fest wider die Rahmen geschraubt wurden. Der untere 4 Zoll breite, ein Zoll dicke eiserne Reifen, die Schwelle der Laterne, wurde in ihr Lager auf der Fundamentmauer mit Bley eingegossen. Das Gerippe der Kuppel bestand ebenfalls aus eisernen Stäben, welche nach der gehörigen Form gebogen, und durch Kniestücke und Schrauben in ihrer Lage gegen einander fest erhalten wurden. Das eiserne Gestelle wurde mit Kupferplatten, wovon der Quadratfuſs 3$\frac{1}{4}$ Pfund wog, bedeckt. Da die Kupferplatten zu dick waren, um sich bequem biegen zu lassen, so wurden sie längst den eisernen Rippen mit den scharfen Kanten aneinander gestossen, und jede Fuge durch ei-

nen besondern streifen von 3 zoll breit bedeckt, welcher an beyden platten mit einer doppelten reihe nägel geniethet wurde.

Auf diese art bildete die ganze kuppel eine wasserdichte kappe. Sie wog 11 centner. Den 17. september wurde sie durch ein auf der gallerie und in der laterne zweckmäfsig angeordnetes Maschinenwerk, dessen einrichtung vorne beschrieben ist, in weniger als einer halben stunde in die Höhe gehoben, und an ihre stelle festgesetzt s. F. 2. T. 54. Den obersten Theil der kuppel schlofs eine doppelt im Feuer vergoldete kugel, welche zugleich die oefnung für den aus der küche durch die laterne gehenden kupfernen rauchfang enthielt. Der boden des balcons, ausserhalb der laterne, wurde mit starken bleyplatten belegt, deren fugen mit streifen überdeckt und verlöthet waren. Die bleyplatten liefen bis über die steinerne corniche des balconbodens hinaus, und wurden rund um dieselben herumgebogen.

Die einrichtung entsprach der erwartung: die wohnzimmer trocken zu halten, vollkommen. Auch die untern zimmer waren zur aufbewahrung der nöthigen vorräthe hinlänglich trocken, welches smeaton dem massiven bau, und besonders der wand von granitsteinen zuschreibt, welche keine Feuchtigkeit durchlasse. Den 1. oct. war alles so weit fertig, um bey tag eine probe mit den angezündeten lichtern zu machen. Smeaton hatte am boden der laterne besondere ventilators angebracht, wodurch der rauch und die erhitzte luft schneller aus der laterne geschafft werden konnte, welches seine vorgänger versäumt hatten, daher bey den ältern Leuchtthürmen die grofse hitze in der laterne, die besonders im sommer viele unbequemlichkeiten durch das zerfliessen der lichter verursachte; diefs rechtfertigt also das s. 178. gesagte.

Den Thurm gegen die wirkungen des blitzes zu sichern, verband smeaton den rost des Feuerheerdes (denn von da bis zur kugel auf der kuppel, machte der kupferne rauchfang eine 40 Fufs hohe ununterbrochene leitung) mit der bleyernen ausgufsröhre durch ein metallstück. Aussen, wo die bleyerne röhre aufhörte, wurde auf der nordostseite des Thurmes ein bleystreifen $1\frac{1}{2}$ zoll breit, $\frac{3}{8}$ zoll dick an eichnen, in die Mauer befestigten blöcken, bis zum felsen herabgeführt. Hier war ein eiserner ring befestiget, von dem eine kette in die see herabhieng, welche zu jeder zeit das wasser erreichte.

Die kuppel, die Fensterrahmen, das geländer des balcons, und überhaupt alles eisenwerk wurden zu wiederholtenmalen mit oelfarbe angestrichen, um es vor dem rost zu bewahren. Die eisernen stäbe des balcongeländers, welche der wirkung des seewassers am meisten ausgesetzt waren, wurden gleich dey ihrer verfertigung auf dem land bis zu einer hitze, wobey sie blau anliefen, erwärmt, und mit leinöl überstrichen, und hierauf mit einem vierfachen ueberzug von oelfarbe übermahlet. Smeaton hatte anfänglich die weisse farbe gewählet, um die laterne auch bey Tag in die Ferne sichtbar zu machen. Diefs verursachte, dafs man von weitem das glas-

der Fenster von den Pfeilern der Laterne nicht unterscheiden konnte, und erregte die irrige Vorstellung, als ob die Kuppel der Laterne nicht hinlänglich unterstützt sey. Hr. Smeaton änderte daher den weissen Anstrich in eine dunkle Bleyfarbe ab.

So war also diefs grofse Werk, nach vielen überstandenen Schwierigkeiten und Gefahren, wobey jedoch keiner der Arbeiter am Leib oder Leben beschädiget wurde, glücklich vollendet, und am 16. Oct. 1759. darauf zuerst die Lichter angezündet.

§. 220. *Folgende Ereignisse erfolgten seit der Vollendung des Leuchtthurms Edystone bis zum Jahr* 1787.

Es ist unstreitig eine der besten Empfehlung für die Vortrefflichkeit des Smeatonschen Baues: dafs der Leuchtthurm während 30 Jahren, worin er sehr starke Stürme der See auszustehen hatte, nicht einer einzigen Hauptreparatur bedurfte, und noch jetzt, nach Verlauf von zwey und fünfzig Jahren, seit seiner Vollendung, vollkommen erhalten ist.

Den 19. October 1759. besuchte Smeaton nebst einigen Arbeitern den Edystone, und erfuhr von den Lichtwärtern, welche seit der kurzen Zeit ihres Aufenthaltes schon einen so heftigen Sturm erlebt hatten: dafs die gebrochnen Wellen der See über die Kugel der Kuppel hinweg gestürzt seyen, wie sie den 16. October die Lichter zum erstenmal angezündet hätten, dafs aber alles seit der Zeit nach Wunsch von statten gegangen sey. Smeaton fand, da er die Nacht auf dem Thurm zubrachte, die Bemerkung der Lichtwärter, dafs der Thurm von dem Widerschlagen der Wellen sehr merklich erschüttert werde, völlig gegründet. Er schreibt diefs blos der Elastizität des Felsens zu, worauf der Thurm steht, da er während dem Bau mit den Arbeitern, in einer Höhle des Felsens, wohin sie sich des Schutzes wegen bey stürmischer See begaben, ähnliche Erschütterungen empfunden hatte. Wenn aber dem Felsenrief, worauf der Thurm steht, ein so merklicher Grad von Elastizität zukömmt, so wird man sie dem massiven steinernen Thurm, welcher nach seiner Construction mit dem Felsen ein Ganzes bildet, und der Gewalt der aufbrausenden Wellen eine so viel gröfsere Oberfläche und gröfseres Moment darbietet, schwerlich absprechen können. Dafs die Schwankungen dem sichern Stand des Gebäudes bisher nicht gefährlich geworden sind, hat zwar die Erfahrung bewiesen, aber daraus kann keineswegs die unüberwindliche Festigkeit des Thurmes für die Zukunft abgeleitet werden. „Hr. Smeaton scheint uns etwas zuviel Gewicht auf die bisherigen Erfahrungen zu legen, (sagt Hr. Pr. Schmidt weiter) wenn er die Ausfüllung der Felsenhöhle, welche nach seinem Ueberschlag mit 250 Pf. St. hätte geschehen können, für überflüssig erkläret„.

Bey der nicht zu berechnenden Gewalt, welche eine stürmische See auf ein 90 Fufs hohes Gebäude ausüben kann, wäre es leicht möglich, dafs ein Theil des Felsens mit dem Thurm losgerissen würde. Immer wäre ein solcher Untergang des Gebäudes ein wahrer Triumph für den Baumeister, der sein Werk, wenn nicht stärker,

doch eben so stark als die Natur den Felsen machte, zu gründen wufste„. Wie fest dieses Gebäude sey, diefs beweifst indessen auch der Sturm im Jahr 1762., welcher viele in dem Hafen zu Plymouth liegende Schiffe, und selbst einen Theil der Werke des Hafens zerstörte; aber der Edystonthurm hielt den Sturm so vollkommen aus, dafs nicht eine Glasscheibe in der Laterne zerbrochen gieng. Welches Vergnügen mufste daher nicht der Erbauer geniessen, als er am 10. August den Leuchtthurm, vermöge Auftrag der Eigenthümer, besuchte, um die nöthigen Reparaturen zu veranstalten, und nach genauer Besichtigung *keinen wesentlichen Fehler an dem ganzen Gebäude* entdeckte. Der Cement hatte sich da, wo er stets von dem Wasser benetzt wurde; so wie an dem obern Theil des Thurmes, wo er nur selten vom Wasser erreicht wird, sehr gut erhalten, nur die Fugen des mittlern Theiles, 11 bis 12 Fufs über den höchsten Wasserstand, wo der Mörtel wechselsweise dem Einflufs der Witterung und der See ausgesetzt war, waren etwas ausgewaschen und höckerigt; doch konnte diefs durch eine leichte Reparatur ersetzt werden. Der electrische Conductor hatte sich, bis auf einen Theil der in die See hangenden Kette vollkommen erhalten, doch war statt des Bleystreifen an der äussern Seite des Thurms, der bereits im ersten Winter nach der Errichtung weggerissen wurde, ein kupferner Drath von ½ Zoll im Durchmesser in einer längs der Mauer eingehauenen Vertiefung angebracht, und mit Kitt überdeckt worden. Die eisernen Stäbe des Balcongeländers waren nur an wenigen einzelnen Stellen vom Rost angegriffen worden, am meisten hatte das Eisenwerk an den Fenstern und Thüren innerhalb des Thurmes gelitten.

Eben so vortheilhaft, wie dieser Brief, fielen Hrn. Smeatons Berichte von 1777. und 1787., als er den Thurm befuchte, aus. Während seines Aufenthalts zu Plymouth erblickte derselbe von der Hoa aus, d. i. in einer Entfernung von 12 bis 13 englische Meilen, das Edystonelicht, bey mäfsig heiterm Wetter, als einen Stern 4ter Gröfse, und bey sehr heiterer Witterung als einen Stern 3ter Gröfse. Uebrigens verdient hier eine optische Erscheinung erwähnt zu werden: wenn man sich allmählich von dem Edystone entfernt, nimmt das Licht von dem Glanz eines Sternes erster Gröfse, bis zum Glanz eines Sternes 4ter Gröfse ab, bey noch weiterer Entfernung scheint es wieder bis zu einem Stern 3ter Gröfse zuzunehmen, und verschwindet endlich plötzlich. Die dem Verschwinden vorhergehende Zunahme an Glanz erkläret Smeaton aus der Vereinigung der in grofser Ferne unter einem sehr kleinen Neigungswinkel gegen den Horizont ins Auge fallenden directen Lichtstrahlen, mit den von dem Spiegel der See reflectirten Strahlen. Bey noch gröfserer Entfernung verschwinden beyde zugleich wegen der Krümmung der Erde. In kleinern Entfernungen, wo die Neigung des einfallenden Lichts gegen den Horizont noch nicht verschwunden ist, unterscheidet das Auge das directe Licht von dem reflectirten, daher die anfänglich regelmäfsige Abnahme des erstern mit der wachsenden Entfernung.

§. 121. Ich will jetzt diese Materie beschliefsen, und nur noch (wie Smeaton gethan hat) geben:

eine allgemeine Uebersicht von dem Fortgang des Baues während der vier dazu verwendeten Jahre,

und diese wird den Lesern nicht unangenehm seyn. Daraus erhellet, dafs die ganze zur Arbeit auf dem Felsen wirklich verwendete Zeit nur 111 Tage und 10 Stunden betrug. Während derselben wurden eingelegt *): 1493 grofse Werkstücke, 75 grofse Verbindungssteine (Dollen), und 162 Stück von 6 Zoll ins Gevierte, 399 flache Verbindungssteine zu den Zimmern und der Laterne, 1800 eichene Nägel zur Befestigung verbraucht, 4570 Paar eichene Keile, 7 grofse eiserne Ketten zur Bindung der gewölbten Decken, 221 starke eiserne Klammern, 5 ditto zu Reparaturen.

§. 221. *Der Leuchtthurm auf dem Spurn-point an der Mündung des Humber-Flusses in England. Tab. 52. Fig. 3. 4. 10. bis 16. und Tab. 54. Fig. 28. und 29.* **).

Die Mündung des Humber-Flusses ist wegen den wandelbaren Sandplatten für den Seemann gefährlich; es mufsten also an derselben Leuchtfeuer angelegt werden. Die Kenntnifs von denselben ist uns um so wichtiger, da sie nach richtigen Grundsätzen angeordnet, und von dem Erbauer lehrreich beschrieben sind.

Die Küste von Bridlington erstreckt sich bis zum Spurn-point S. S. östlich; der Fluthstrom der Nordsee geht hier stark südlich, und läuft, von den N. N. W. Winden getrieben, sehr heftig gegen die Küste an; welche, da sie keine Felsen hat, starck abgespühlt wird. Der Sand, welcher nach Süden getrieben wird, bildet daselbst die Landspitze, Spurn-point genannt. Ohne Zweifel würde durch diese Ursachen die Mündung des Flusses Humber endlich ganz versanden, wenn ihnen nicht der Flufsstrom des Humber entgegen wirkte. Es ist daher kein Wunder, dafs der Spurn-point, als ein Resultat des Kampfes zwischen den Seefluthen und dem Flufsstrom des Humber, südlich und westlich anwächst, indessen das Flufsbett südlich nach der Lincolnshirer Küste getrieben wird. Aus dem Plan des Spurn-point, wie er 1786. war, nebst seinen Veränderungen während 20 Jahren ist die Vergröfserung der äussersten Spitze des Spurn, worin die Gränzlinie der Sanddünen, und die relative hohe Wasserlinie angezeichnet ist, zu ersehn ***). Der Raum zwischen den zwey Linien N K. Fig. 28. war eine Art von flachem Vorland (Gorsen), welches bey stürmischer Witterung überströmt wurde, worauf man, (da man es als schnell zunehmend glaubte),

*) Es ist zu bedauern, dafs der Uebersicht nicht ein allgemeines Kosten-Verzeichnifs beygefügt wurde.

**) Diese Beschreibung habe ich gleichfalls mit Hülfe des Auszuges, welchen der Professor *Schmidt* aus dem Smeatonschen Werke übersetzt hat, bearbeitet.

***) Es sind nämlich Fig. 29. Tab. 54. diese Linien No. 1. vom J. 1776. No. 2. vom J. 1774 und 1775. No. 3. vom J. 1771. No. 4. und vom J. 1785. No. 5.

das kleine Licht bey *A* Fig. 29. zu bauen vorschlug. Angels Leuchtthurm (*Y*), war zu der Zeit im Gebrauch, der innerhalb des festen Theiles der Halbinsel stand. *B* war die für das hohe Licht bezeichnete Stelle, parallel mit *A B* in einer Entfernung von 23 Yards nach südwesten lagen die Puncte *C*, *D*, für die beweglichen Lichter, der Punct *G* wurde aber nach *E* verlegt. *F* war ein kleines Gebäude, welches die Wohnungen für zwey Lichtwärter enthält. Der kleine Leuchtthurm, welcher in *A* errichtet werden sollte, wurde in *G* erbauet. Der groſse aber ist in *H* angelegt. In Fig. 28. ist *m m* die niedrige Wasserlinie, a) der hohe Leuchtthurm, und b) die nachher errichtete Leuchtmaschine.

§. 222. Den Leuchtthurm lernen wir aus folgenden Zeichnungen kennen, und es wird also eine Erklärung derselben nöthig seyn. In dem Durchschnitt des hohen Leuchtthurms Fig. 4. Tab. 52. ist *a* das Niveau des Pflasters vom kreisförmigen Hofplatz; *b.* das Kohlengewölbe; *c.* die Schmiede nebst der Maſchine, um die Kohlen in die Höhe zu heben; *d.* ein vacantes Zimmer; *e.* das Wohnzimmer mit zwey Feuerstellen auf entgegengesetzten Seiten, welche abwechselnd, nachdem der Wind von einer oder der andern Gegend kommt, gebraucht werden; *f. g.* obere Zimmer; *h.* das Luftfangszimmer; *i. k.* bedeuten darin zwey von den 8 Luftröhren, welche die Luft von den äussern trichterförmigen Oefnungen zu dem Behälter *l.* führen, dessen Seiten mit Platten von dicken Eisen, der Boden aber mit Steinen belegt ist. Wenn die Thüre geschlossen ist, steigt die Luft durch den groſsen Rauchfang *m.* und den Heerd *n.* zu dem Rost. Die Flamme sieht man nach jeder Richtung durch die Laterne, der Rauch sammelt sich in der 10eckigen conischen Decke, welche aus 10 behauenen Steinen zusammengesezt ist, und wird durch den Rauchfang *o.* ausgeführt. Die Kohlen werden bey Tag aus dem Kohlenschoppen durch die Oefnung *t.* mittelst eines Kübels und der Rolle nebst Rad-Getrieb und Kurbel, bey *q.* in die Höhe gezogen. Von da geht ein Seil durch alle Zimmer nach einer groſsen in der Decke befestigten Rolle, von hier wieder herab durch ein Loch in das Gewölbe bey *p.* zu der groſsen viereckigten Röhre *s t*, welche sich bey *t.* in einen Trichter endigt, wo die Last eingeladen wird.

Die Asche und glühenden Kohlen fallen durch den Rost auf den Boden des Behälters *l.*, und indem sie die Luft darin erhitzen, verursachen sie auch bey dem stillesten Wetter einen hinlänglichen Zug, der bey Wind, je nachdem man ein oder mehrere Luftlöcher öfnet, nach Willkühr vermehret werden kann. Jeden Morgen, wenn der Behälter gereiniget ist, werden die Kohlen in einen kleinen Trichter bey *v.* geschüttet; sie fallen von da durch die viereckigte hölzerne Röhre *v w*, und den gemauerten Canal *w x.* in eine auf dem Hof dazu bestimmte Stätte. Die Eckpfeiler der Laterne sind von gegossenem Eisen eben so eingerichtet, wie auf dem Edystone, nur nach verhältniſsmäſsiger Gröſse. Die Fensterrahmen sind von Eichen, *y y.* sind die Luftlöcher in den Laternen, welche durch Schieber verschlossen werden können. *z.* sind Oefnungen, um in dem Kohlenschoppen, Luft und Licht hineinzuschaffen.

Die construction dieses Leuchtthurms sehen wir in den Figuren 10 *bis* 16. *der* 52. *Kupfertafel!* Fig. 16. ist der Grundrifs. Der äussere Kreis ist die dichte verpfählung. Die steine zwischen den Pfählen sind spitzige grofse Pflastersteine, welche nach vollendeter verpfählung durch eine Pflasterramme, die zwey Mann fassen, 12 zoll tief eingetrieben wurden, um den Sandboden unter dem Gebäude zu befestigen, und die ganze Masse zusammen zu halten. Fig 12. ist ein horizontaler schnitt durch das Kohlengewölbe. *a.* ist die runde Treppe vom Eingang zum Boden des ersten zimmers, *b.* eine Thüre in den Kohlenschoppen, *c d.* zwey oefnungen in dem Gewölbe. *o w b n.* bezeichnet die Luftlöcher des Raumes. Fig. 11. T. 52. ist der Grundrifs des steinernen zimmers über dem Kohlengewölbe, *a* der Austritt der Treppe, *b* eine Thüre nach aussen, vor welcher ein Gerüst, in Form eines Schnapgalgens *s* angebracht ist, die Kohlen heraufzuziehen, wenn die untere Thüre zugesetzt ist. *c* eine runde oefnung zur gleichen vertheilung der Kohlen; *d* das Loch für den Kübel, worin die Kohlen in die Höhe gezogen werden. *e* die Rolle nebst Radgetrieb und Kurbel. Nach *o w n* sind drey Fenster. *f* ist die Aschenröhre. Die 15te Figur zeigt den hölzernen Boden des wohnzimmers. Die Fenster sind hier wie in den übrigen zimmern nach den Hauptweltgegenden hin. *g g* die Feuerstellen, *h* die oefnung für die Treppenleiter, *d* die Kohlenröhre, *f* die Aschenröhre. Ausser diesem sind noch 4 andere hölzerne zimmerböden von ähnlicher Einrichtung in dem Thurm. Fig. 14. zeigt einen horizontalen schnitt des Luftfangzimmers und des Aschenbehälters. *k* ist eine der Luftröhren; ihre trichterförmige oefnung sieht man vorne. Bey *m* zeigt sich einer der schieber, wenn er bey *n* in seiner Höhle angebracht ist. Jede Luftröhre hat einen schieber, um den zug nach der Richtung und Stärke des windes zu reguliren. *d* die Röhre für die Kohlen. Fig. 10. ist der Grundrifs der Laterne und des Balcons; der gröfste punctirte Kreis zeigt den umfang von der spitze des von Backsteinen aufgeführten Thurms. *a* die Balconthüre, *b* ist der Heerd, *c* der Feuerrost, *d* die Fallthüre, um die obere oefnung der Kohlenröhre zu schliefsen, *e* eine Fallthüre um das Treppenloch zu schliefsen, zu welchem man auf einer Leiter, aus dem Luftfangszimmer, kömmt. Der Grundrifs und Durchschnitt Fig. 13. stellt den Feuerrost nach einem vergröfserten Maafsstabe dar. Der Rost ist von gegossenem Eisen, der Boden zum herausnehmen.

§. 223. *Die Geschichte des Baues und der Errichtung der Leuchtfeuer am Spurnpoint* ist merkwürdig genug, um sie aufzunehmen: Im Jahr 1676. erhielt nämlich Justian *Angel* zuerst vom König *Karl II.* ein Patent: über die Errichtung von Leuchtfeuer (bey *A* Tab. 54. Fig. 28.) auf dem Spurnpoint. Dieser war damals noch eine blofse sandbank, aber 90 Jahre später war sie trockenes Land geworden, und hatte so sehr zugenommen: dafs die von Angel errichtete Leuchtfeuer weit landwärts von der spitze des Spurns standen. Sie dienten also nur dazu: die schiffer auf die sandbank hinzuleiten und so zu täuschen. Um dem daraus entspringenden unglück vor-

zubeugen, erschien im Jahr 1766. unter Georg III. eine Parlamentsacte, welche verordnete: *die alten Leuchtthürme abzubrechen, und an schicklichen Stellen neue zu erbauen.* Dem gemäſs begab sich eine Commission des Trinity-Hauses, mit Zuziehung von Herrn Smeaton an Ort und Stelle; that, nach gehöriger Untersuchung des Platzes, dem Trinity-Hause Vorschläge, welches darauf folgenden Beschluſs faſste.

Die Leuchtfeuer sollen in einer Richtung von *N. W.* nach *S. O.* 300 yards von einander kommen. Der groſse Leuchtthurm *H.* Fig. 29. von 90 Fuſs hoch soll in der Linie *N. O. S. W.* von der Spitze des Spurn 90 yards, in der Linie *N. W.* 150 yards von der Spitze landeinwärts, von der hohen Wasserlinie bey ordinairen Springfluthen, gesetzt werden. Der kleine Leuchtthurm *G.* von 57 Fuſs Höhe nach *S. O.* auſserhalb dem Spurn kommen. Beide Thürme sollen von Backsteinen aufgeführt, und ausserdem noch zwey bewegliche Leuchtfeuer *D. E.* errichtet werden„.

Die Breite der Landspitze betrug damals in der Richtung von *S. W.* nach *N. O.* 366 yards. Der Boden bestand aus Sand und Kiesel gemischt. Das groſse bewegliche Licht sollte 50 Fuſs, das kleine 35 Fuſs hoch werden.

Von einem Feuer zum andern wollte man einen 3 Fuſs breiten mit einem Geländer versehenen Gang *D. E.* aufrichten.

Schon im folgenden Jahr 1767. kamen die beweglichen Lichter unter der Aufsicht von Leonhard Thompson zu Stande. Aber der Bau der beyden Leuchtthürme verschob sich bis ins Jahr 1771. wo Smeaton die Aufsicht über ihn erhielt. Es ergab sich, daſs die See während der Zeit so viel weggespühlet hatte, daſs die Stelle für den niedrigen Leuchtthurm statt 116 yard innerhalb der hohen Wasserlinie bey *A.* zu liegen, nun in der hohen Wasserlinie selbst lag. Auf Smeatons Vorschlag wurde er bey *G.* 80 yard mehr einwärts gesetzt, und der äuſsere Umfang des Grundbaues dicht mit Pfählen geschlagen. Den 23. July 1773. war dessen Grundbau, und im Dec. 1773. der ganze Bau vollendet. Der hohe Thurm wurde zu Ende 1772. angefangen. Als Hr. Smeaton im Jahr 1774. den Spurn-Point wieder besuchte, fand er die Küste von Bridlington bis Kilnsey in einem so stark abnehmenden Zustand, daſs man jährlich 10 yards Gewinn für die See rechnen konnte. Dieſs erregte ihm Besorgnisse für die Sicherheit des bereits erbauten niedrigen Leuchtthurms, welche, wie die Folge zeigte, nicht ungegründet waren. Im Januar 1776. nahm ein heftiger Sturm längst der S. O. Küste so viel weg, daſs nicht nur ein Theil der Umfassung desselben einstürzte, sondern auch die dichte Verpfählung, worauf er ruhte, durch Wegwaschung des Sandes den Stürmen der See bloſs gegeben wurde. Smeaton sahe also ein, daſs das Gebäude nicht weiter als jede Insel gegen niedriges Wasser geschützt werden konnte. Er schlug daher vor: die Umfassungsmauer des Gebäudes etwas stärker wieder herzustellen, den Raum zwischen ihr und dem Gebäude mit Steinen auszufüllen, und vor der Mauer eine sanft abhängende Steindossirung anzulegen.

Den 7. April 1777. fand er alle Bauten vollendet, und hatte das Vergnügen zu sehen, daſs die Leuchtfeuer von Steinkohlen ihren Dienst vollkommen erfüllen.

Bey dieser Gelegenheit machte er die physikalische Bemerkung, daſs das Wasser in dem Brunnen nächst den Leuchtthürmen nur wenig salzig schmeckt, und sich fast unveränderlich auf der halben mittlern Fluthhöhe erhielt, obgleich die See nicht fern war, und der ganze Boden der Halbinsel aus aufgeschwemmten Sand bestand. Er erklärt diese Erscheinung mit Recht aus der Cohäsion uud Attraction des Sandes gegen das Wasser, wodurch der hydrostatische Druck des Wassers fast ganz vernichtet wird.

Die Natur hatte hier ihren Gang verfolgt, und die Abnahme des Spurnpoint dergestalt bewirkt, daſs die Vorkehrungen Smeatons nichts vermocht hatten. Sey es nun, daſs seine Vorschläge: einen soliden Steinwall um den kleinen Leuchtthurm G Fig. 29. anzulegen, nicht vollkommen befolgt waren; daſs man ihm zu wenig Böschung gegeben, oder daſs man seinen Fuſs nicht mit Sinkstücken und Faschinenbau gesichert hatte, genug der Leuchtthurm war von der anbrandenden See weggespühlt worden. Da man dieser nicht mehr traute, so wurde, nach Smeatons Vorschlag, ein bewegliches Leuchtfeuer *ϱ* Fig. 29. oder *s* Fig. 25. errichtet, welches unten näher beschrieben wird, und das im Jahr 1786., als Smeaton den Spurnpoint besuchte, bereits stand.

Die Lichter auf dem Spurn werden von den Seeleuten mit Recht für die besten in Europa gehalten, man sieht das hohe Licht bey heller Witterung auf der Küste bey Beverley in einer Entfernung von 30 englischen Meilen. Uebrigens machte Smeaton bey seiner Abreise zur Nachtzeit die Bemerkung, daſs das niedrige Licht, welches zwar frey brennt, aber an Masse viel geringer als das hohe in der Laterne ist, in der Nähe eine stärkere Erleuchtung gab, daſs in einer Entfernung von 3 englischen Meilen die scheinbare Intensität beyder Lichter gleich groſs sey; hingegen in einer Entfernung von 9 englischen Meilen das hohe Licht einen viel stärkern Glanz gebe. Nun frägt er, wie es komme, daſs wenn das Licht des hohen Feuers bey seinem Durchgang durch das Glas der Laterne sehr geschwächt werde, daſs es in der Nähe minder lebhaft als das niedere Licht erscheine, warum dieſs nicht auch in der Ferne geschähe? Diese Frage läſst sich (wie Hr. Pr. Schmidt meynt) aus optischen Gründen sehr befriedigend so erklären: das Licht, welches in der Nähe von dem 90 Fuſs hohen Thurm herab das Auge des Zuschauers trifft, muſs ziemlich schief durch das Glas der Laterne fallen, da hingegen das Licht, welches in einer Entfernung von 9 englischen Meilen gesehen wird, fast parallel mit dem Horizont, folglich beynahe senkrecht durch das Glas der Laterne geht. Nun ist aber das Verhältniſs der Menge des vom Glas reflectirten zur Menge des durchgehenden Lichts nach dem Einfallwinkel sehr verschieden, und die Menge des reflectirten Lichts am kleinsten beym senkrecht auffallenden Licht„.

Uebrigens verdankt (wie H. Smeaton sagt) das in der Laterne des Leuchtthurms brennende Kohlenfeuer seine große Helligkeit größtentheils dem wohleingerichteten Luftzug.

§. 224. *Beschreibung des beweglichen Leuchtsignals b auf dem Spurnpoint.* Fig. 28. oder *q* Fig. 29. Fig. 30. und 31. Tab. 54.

Diese Leuchtmaschine bringt mit Einschluſs der Mauern, auf welchen sie steht, das Licht zu 56 Fuſs hoch. Die eiserne Feuerkiste *M*, in welcher die Kohlen brennen, dreht sich um eine Axe, welche bey jeder Lage des Baums *A B* horizontal bleibt. Das Gegengewicht bey *A* ballancirt die eiserne Feuerkiste *M* nebst den Brennmaterien an der Spitze des Schwengelbaums *A B*. Dieser dreht sich im Schwerpunct um die horizontale Axe *a b*, welche auf Pfeilern und Strebepfeilern ruht; wie aus der citirten Figur zu ersehen ist.

Wenn das Feuer geschüret werden muſs, so faſst ein Wächter die Kurbel *d* des Wellbaums *e c*, und windet damit das Seil bey *e* auf. Dieſs geht schief über den Boden nach einer festen Rolle, und von da wieder aufwärts bey *i g*, wo es vermittelst einer kleinen Kette an den Baum *A B* angeknüpft ist. Auf diese Weise kann durch Umdrehung des Wellbaums die Feuerkiste herabgebracht, und mit einer Schaufel frischer Kohlen versehen werden. Während das Seil *e* sich auf die Welle windet, wird das am untern Ende des Baums *A* angeknüpfte Seil *h* abgewunden. Dreht man den Wellbaum nach entgegensetzter Richtung, so wird der Baum *A B* und die Feuerkiste *m* wieder in die Höhe gehoben. Das untere Ende *A* des Baums *A B* stemmt sich gegen das Queerstück *i k*, wenn der Wellbaum fest erhalten werden soll. Der hervorspringende Theil *l* ist ein kleiner Schirm, um die herabfallende Asche von dem Seil abzuhalten. Die Operation des Auf- und Niederwinden des Baumes *A B* kann in ein paar Minuten vollendet werden.

§. 225. Die Kunst, gute Leuchtfeuer anzulegen, hat in unsern Zeiten durch die in Dännemark bewerkstelligten Anlagen der Art wesentliche Fortschritte gemacht. Diese verdanken wir vorzüglich dem Ritter von *Löwenörn*, welcher die Güte gehabt hat, mir in zwey in französischer Sprache abgefaſsten Briefen: *über die Errichtung der Leuchtfeuer*, aus eigener Erfahrung gezogene Bemerkungen mitzutheilen. Daraus, so wie aus einer von demselben in dänischer Sprache verfaſsten und im Jahre 1800. in der Koppenhagener Academie abgelesenen Abhandlung: *über die auf den dänischen Küsten angelegten Leuchtfeuer*, will ich jetzt das Wesentlichste ausziehen.

Der Verfasser sagt: „Eine von Steinkohlen und dergleichen Brennstoff auflodernde Flamme wird von einem etwas starken Winde dergestalt seitwärts geblasen, daſs sie selbst eine horizontale Lage erhält. Daher erscheint dem auf einem mit dem Winde segelnden Schiffe befindlichen Beobachter das Leuchtfeuer kleiner und in geringerer Lichtmasse, als dem, der sich auf einem andern Schiffe befindet, welches

in einer auf den herrschenden Windstrich senkrechten Richtung fährt; welche Erscheinung ganz begreiflich ist, da der Letztere die Flamme ihrer ganzen Länge nach sieht. Hieraus folgt: dafs die im Freyen brennenden Leuchtfeuer zu jeder Zeit und in allen Richtungen, weder gleich hell, noch gleich grofs erscheinen. „

Zweytens. „Zeige die Erfahrung, dafs eine im Freyen lodernde Flamme von einigen Windstrichen *auf*- von andern *niederwärts*, von noch andern *horizontal* getrieben wird. Diese Erscheinung sey der an Bäumen sichtbaren ähnlich, nach welcher man nämlich an der härtern und rauhern Rinde die Lage der Weltgegend von Nordwest erkennt. So wehen z. B. an den dänischen Küsten die westlichen Winde gegen die Erde abwärts; die östlichen hingegen aufwärts. Die Ursachen dieser Erscheinung sind vielleicht der Rotation der Erde zuzuschreiben. „

Drittens. „Wenn man diese Erscheinungen in Beziehung eines Leuchtfeuers betrachtet: so ist es nothwendig, a) dafs man sie auf das Local, wo ein Leuchtthurm angelegt werden soll, kenne, b) dafs das Leuchtfeuer von einer mit Fenstern versehenen Kuppel eingeschlossen, und der Luftzug dergestalt eingerichtet werde, so dafs die Flamme vertical aufwärts steige. c) Da, wo also das Feuer auf einem Cap (Landsqitze) angelegt wird, um von dem Seefahrer nur von einer Seite gesehen zu werden, kann nach der Landseite zu, statt der Glasfenster, eine Mauer aufgeführt werden, welche, wenn ihre inwendige Fläche mit einer gut polirten messingenen Platte bekleidet wird, den Glanz der Flamme sowohl als ihre Masse, auf weite Entfernungen, der starken Reflexion wegen, merklich vergröfsert. Diese Platte soll, nach *Löwenörn's* Meynung, kein Reverber- oder Hohlspiegel seyn: dann dieser würde die Reflexion derselben nur nach einer gewifsen Richtung verstärken; dem Seemann, der das Feuer in dieser Richtung sähe, würde es ausserordentlich stark erscheinen, sobald er aber ausser der Linie des Feuers und dem Reverber sey, schwach vorkommen. Die messingene Bekleidung der Mauer oder Platte sollte daher so zu sagen à facette eingerichtet seyn, so dafs sie nur viel Schimmer gibt„.

Diese Briefe geben auch über meine, H. v. Löwenörn vorgelegten Fragen einen Aufschlufs. Ich hatte nämlich um folgende Auskünfte gebeten: 1) ob demselben nicht Beobachtungen über den Umstand, wie weit dieses oder jenes Leuchtfeuer, bey verschiedener Witterung, von den Seefahrern gesehen werde, bekannt seyen; und ob 2) unter sonst gleichen Umständen, die Reverber-Lampenfeuer weiter als Steinkohlenfeuer leuchteten? 3) Ersuchte ich den Hrn. v. Löwenörn um eine Nachricht von den unter seiner Leitung und nach seinen Planen angelegten Leuchtthürmen. Auf diese Anfragen hat mir derselbe Auskunft gegeben. In dem Schreiben vom 12. December 1801. verbreitet er sich über die Leuchtfeuer folgendermafsen:

„Auf welche Entfernungen die längs den dänischen Küsten angelegten Leuchtfeuer von den Seefahrern, und zwar bey verschiedener Witterung, gesehen werden, darüber hat man bis jetzt noch nicht hinlängliche Beobachtungen angestellt, wiewohl

dieser Gegenstand alle Aufmerksamkeit verdient. Freylich würde hierzu der Gebrauch eines Schiffes, oder mehrerer, auf einige Zeit nothwendig seyn!„

Späterhin am 6. Oct. 1805. sagte H. v. Löwenörn hierüber: „die mit einer Laterne umgebenen dänischen Leuchtfeuer (Tab. 91) können beym heitern Wetter unfehlbar so weit gesehen werden, als es die Rundung der Erdkugel erlaubt, d. i. je nachdem sie selbst hoch stehn, und der Standort, von dem man sie wahrnimmt, hoch ist. Auch weiſs ich jetzt nach den von unsern Seeofficiers genau gemachten Wahrnehmungen, daſs das 272 Schuh über die Meeresfläche sich erhebende Leuchtfeuer auf Bornholm, bey heiterer Luft, in einer Entfernung von mehr als 7 geographischen Meilen deutlich ist gesehen worden, und ich zweifle sehr daran, daſs ein nur aus simpeln Lampen bestehendes Leuchtfeuer, dessen Schein nicht durch künstliche und sehr gut eingerichtete Reverber-Mittel verstärkt worden ist, in einer so weiten Entfernung mit Deutlichkeit und Bestimmtheit gesehen werden kann.„

Man hat eine Tabelle, oder so zu sagen, practische Methode, ungefähr zu berechnen, wie weit man von einem Leuchtfeuer steht, wenn man es so eben über den Horizont erblickt. Ich will diese hier anführen:

Ueber die Entfernung in geographischen Meilen in zehn- und Hunderttheilen, in welcher ein Gegenstand gesehen werden kann, nach dessen jedesmaligen Höhe über der Meeres-Fläche und nach dem Auge des Beobachters, nach rheinländischem und dänischem Fuſsmaaſse.

Höhe	Entfernung	Höhe	Entfernung	Höhe	Entfernung	Höhe	Entfernung	Höhe	Entfernung	Höhe	Entfernung
Fuſs	Meilen	Fuſs	Meilen	Fuſs	Meilen	Fuſs	Meilen	Fuſs	Meilen	Fuſs	Meilen
5	0,65	45	1,95	85	2,68	125	3,25	165	3,74	220	4,32
10	0,92	50	2,06	90	2,76	130	3,32	170	3,80	230	4,42
15	1,13	55	2,16	95	2,84	135	3,38	175	3,85	240	4,52
20	1,30	60	2,25	100	2,91	140	3,44	180	3,91	250	4,61
25	1,46	65	2,35	105	2,98	145	3,51	185	3,96	260	4,71
30	1,59	70	2,44	110	3,05	150	3,57	190	4,01	270	4,80
35	1,72	75	2,52	115	3,12	155	3,62	200	4,06	280	4,89
40	1,84	80	2,60	120	3,19	160	3,68	210	4,12	290	4,98

Was die auf die gröſste Entfernung sichtbaren Leuchtfeuer betreffe, so habe er zwar immer behaupten gehört, daſs die Reverber-Lampenfeuer dahin gezählt werden müſsten, und daſs dieselben den Vorzug vor Steinkohlenfeuer verdienten. Dieser Meynung sey er aber keineswegs: denn — fügt er hinzu — „man muſs in einer Glaskuppel eine Menge Lampen anbringen, wenn das Leuchten derselben so weit auf der See gesehen werden soll, als die Flamme der in einem 15 Zoll im Durchmesser haltenden Feuerkorbe *) brennenden Steinkohlen, die gewöhnlich 4 Fuſs hoch

*) Diese Dimension haben die Feuerkörbe der neuen dänischen Leuchtthürme.

schlägt. Wollte man aber das Leuchten der Lampen mit Reverbern vergröfsern (also war vorher die Rede von blofsen Lampen) so sey eine zusammengesezte künstliche Vorrichtung nothwendig. Die Reverbern seyen nämlich nur dann von grofsem Effecte, wenn die Flamme der Lampe den Brennpunnct des Hohlspiegels trifft. In dem nördlichen Klima Dänemarks finde übrigens bey dem Gebrauch der Lampenfeuer noch der ungünstige Umstand statt, dafs die Gläser der Laterne oder Leuchtkuppel, welche aus dickem Spiegelglas bestehen müssen, zur Winterzeit mit Eis beschlagen sind; welches die von dem Kohlenfeuer verursachte Wärme nicht zulasse, (ein Bestimmungsgrund, der für nördliche Länder wichtig ist) dessen Flamme auch durch die angelaufenen Glasscheiben stärker leuchte, als die Lampenfeuer. Wiewohl man daher bey Errichtung eines Leuchtfeuers die Localität zu Rathe ziehen müsse, so sey doch ein Kohlenfeuer daselbst zu wählen, wo das Leuchtfeuer auf weiten Distanzen gesehen werden solle. Da, wo das Holz zu billigen Preisen zu haben sey, könnte man sich dessen auch statt der Steinkohlen bedienen. Die Erfahrung werde alsdann bald zeigen, welcher Holzgattung man sich bedienen müsse. Jedoch sey das Steinkohlen- und Holzfeuer in eine Laterne einzuschliefsen und auf einem Feuerkorb-Heerd zu brennen, dessen Construction unten gezeigt wird. Mit geringern Kosten werde indessen an den meisten Orten das Lampenfeuer zu unterhalten seyn. „

„So wie es bey Errichtung eines Leuchtthurmes nothwendig sey: die nahen Fahrwasser und die Küste genau zu kennen, mithin eine Karte vor sich zu haben; so müsse auch zugleich auf den Umstand geachtet werden, dafs die Helle sich nach des Leuchtfeuers Bestimmung: ob es in der Nähe oder Ferne gesehen werden sollte, selbst richte. Sey es auf einer Landspitze anzulegen, um blos dazu zu dienen, dafs der Seemann die nahen Klippen und Sandbänke vermeide: so müsse es so hell und hoch als möglich seyn. Werde am Eingang eines Hafens ein Leuchtfeuer, welches der Seemann nicht von weitem sehen darf, errichtet: so sey ein Fanal von Lampen, deren Anzahl sich je nach der Erfordernifs vermehren lasse, hinreichend. Müsse sich aber der Seefahrer nach diesem Feuer alligniren: so sey in diesem Allignement, hinter die Lampe, ein Hohlspiegel zu setzen. Ja, in einer zu engen Passage könne ein zu helles Leuchtfeuer nachtheilig werden, weil der Steuermann sich noch weit davon wähne, wenn er schon in dessen Nähe sey, mithin dadurch verführt werde, auf die entgegengesetzte Küste, worauf ein minder helles Leuchtfeuer brennt, loszusteuern, wo er dann dieser zu nahe kömmt und wohl gar an ihr scheitert. (Incidit in Scyllam qui vult evitare Charybdim). Längs den schmalen Fahrwassern müfsten überhaupt viele Leuchtfeuer angelegt werden, und diese sich durch besondere Abänderungen unterscheiden. Ausser den vorgetragenen hierzu anzuwendenden Maafsregeln kann man auch auf einen Leuchtthurm zwey oder drey Etagen-Leuchtfeuer anbringen. „

Herr von Löwenörn drückt sich nun in seinen Briefen ferner aus, wie folgt: „dafs ein zu niedriges Leuchtfeuer nachtheilig seyn kann, davon war das ehemals auf der Insel Anholt im dänischen Meer befindliche ein Beweis. Es wurde nämlich nur sichtbar, wenn sich der Seefahrer bereits in der Nähe der Klippen befand, die er doch vermeiden sollte. Ja wegen dieses geringen Scheins war, bey einem trüben Wetter, der Steuermann ungewifs, ob er es sehen oder nicht sehen würde. Das Gouvernement liefs daher mit grofsen Kosten einen Leuchtthurm, worin die Lichtmasse sich 112 Schuh über das Meer erhebt, erbauen. Da aber des Feuerkorbes Durchmesser grofs und die Flamme sehr hell und stark war, so wurden die Seefahrer zu dem entgegengesetzten Wege verleitet, das ist, anstatt dafs sie ehemals wegen des niedrigen und geringen Leuchtfeuers auf die Insel *Anholt* zusteuerten, jetzt sich den schwedischen Küsten zu sehr näherten, und von der besagten Insel abhielten. Um nun auch dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen und dennoch das hohe und helle Leuchtfeuer auf Anholt beyzubehalten, liefs ich an der halben Höhe des Thurms, nach der Seeseite zu, eine Laterne mit neun Lampenbüchsen anbringen, welche von dem Innern des Thurms geleert und gefüllt werden. Dieselben mufsten natürlich nach Osten zu angebracht werden, um die nach dieser Weltgegend unter dem Wasser fortlaufende Bank anzudeuten, welche nämlich eine Fortsetzung der Insel ist."

„Was die Höhe der dänischen Leuchtfeuer anbetrifft, so sind sie nach dem Local sehr verschieden, je nachdem sie weit von der See aus gesehen werden sollen. Der Leuchtthurm auf der Insel *Bornholm* ist auf einer Höhe, die 255½ Schuh über dem Meer liegt, errichtet, folglich war es unnöthig, hier ein solches Gebäude aufzuführen, und so steht der Feuerkorb 272 Schuh über dem Meere (Tab. 91. Fig. 1. 2. und 3.) *). Im Allgemeinen sind die dänischen Leuchtfeuer so construirt, wie es Fig. 4. 5. und 6. zeigt, wobey die Treppen nicht angedeutet sind, die von aussen oder im Innern angebracht werden."

*) Folgende Notiz wegen den dänischen Leuchtthürmen habe ich mir irgendwo ausgezogen. Ich glaube, aus den geographischen Ephemeriden. Im Jahre 1778. ist auf der Insel Anholt ein runder Leuchtthurm 50 Ellen hoch und 13 Ellen im Durchmesser erbaut. Der Feuerkorb hat 5 Schuh im Durchmesser und ist 2' 9'' hoch; über dem Meere aber 112 Fufs erhoben. Nicht weit davon brennt das oben erwähnte Lampenfeuer.

Nach einem Bericht des Hrn. v. Löwenörn ist von demselben im Jahre 1805. auf diesem Leuchtthurm zu Anholt ein Laternen-Gebäude errichtet, dessen Durchmesser 16 Schuh beträgt. Dabey wird jährlich eine beträchtliche Quantität Steinkohlen erspart, wiewohl das Feuer leuchtender und höher als ehemals brennt, und der Dienst des Feuerwärters sehr erleichtert ist.

Im Jahre 1799. wurde auf dem Vorgebirge Skuddesnaes an einer Stange 300 Schuh über das Meer, eine Lampe errichtet. Auf Lindesnes aber ein 20 Schuh hoher Thurm, worauf ein Kohlenfeuer brennt. In dem folgenden Jahr in der Nähe von Helsingör ist auf den beyden Thürmen gleichfalls ein Kohlenfeuer eingerichtet. Auf dem Kronenburger Schlofsthurm aber ein Lampenfeuer.

Zugleich bemerke ich, dafs das Kohlenfeuer auf Helgoland vor der Elbe-Mündung, 216 Schuh über die Oberfläche des Meeres liegt.

„Als mir vor einigen Jahren die Anlegung von Leuchtfeuern anvertraut wurde, schöpfte ich die erste Idee zum Entwurfe derselben aus den Memoiren der schwedischen Academie von 1793. In der That ist die Erhebung der Röhre *a b* Tab. 91. Fig. 4. von der Mitte des Thurms aus, (jedoch in der nöthigen Entfernung vom Boden, damit der Luftzug statt finde) und von dessen Basis, selbst nothwendig, indem sie den vortheilhaften Luftzug zur Erhaltung einer lebendigen Flamme hervorbringt *). Die sechseckige Form F. 6. des Thurms erleichtert die construction der Gewölbe, und die Ecken der Mauer befördern den Luftzug nach einer oder der andern Oefnung *e e* Fig 5. (Tab. 91.) welche mit Schiebern oder eckigen Klötzen *m* Fig. 6., je nach dem Luftzuge, verschlossen werden können. Die Schieber werden nämlich mit einer Schnur aufgezogen, welches der Feuerwärter bewerkstelligt, der auf diese Weise den vortheilhaften Luftzug bewirken, und so die Höhe der Flamme reguliren kann. Diese Röhre, mit einem Feuerheerd darauf, ist der ältern Einrichtung von Steinkohlenfeuern, die in einem eisernen 24″ hohen und 15 — 16 Zoll weiten Feuerkorbe bestand, weit vorzuziehen. Dabey wirkte nämlich der die Flamme unterhaltende Wind seitwärts des Korbes, welcher sie daher niederschlug oder horizontal *warf.* Der Seefahrer, welcher mit dem Winde segelte, hatte daher Mühe, das Leuchtfeuer wahrzunehmen, wo hingegen stets die vertical aufsteigende Flamme sehr gut gesehen wird. Ich wurde sonach überzeugt, daſs das Leuchtfeuer mit einer Kuppel oder Laterne umgeben werden müsse, wenn die Flamme nicht von dem Winde abwärts oder seitwästs geschlagen, sondern nach allen Seiten gleichförmig gesehen werden, und die möglichst gröſste Lichtmasse bilden soll; denn eine in eine Laterne eingeschlossene Flamme beleuchtet den Raum, von dem sie umgeben ist. Auf der 4′ 1½″ über die Plattform sich erhebenden Röhre *a b* ruht ein eiserner Ring Fig. 7., der die eisernen Stäbe Fig. 8. aufnimmt, deren Länge sich nach dem Durchmesser des Ringes richtet. Ihr triangelförmiger Queerschnitt giebt eine den Luftzug befördernde Oefnung, und hält die Kohlen zurück. In der Mitte hat jeder Stab einen kleinen Knopf, der den nächstfolgenden Stab berührt, und es verhindert: daſs die Stäbe sich nicht von der Hitze krümmen. Diese den Rost (Grille) ausmachende Vorrichtung ist deswegen vortheilhaft, weil weder der Ring noch die Stäbe aus einem Stücke sind, deshalb sich letztere je nach dem Grad der Hitze oder Erkältung, ohne sich zu krümmen, ausdehnen oder zusammenziehen können.„

„Indem die Stäbe über den Ring hervorstehen, so wird derselbe nicht vom Feuer erreicht, und er kann daher lange dauern. Ist aber ein Stab verdorben, so nimmt man leicht einen andern an dessen Stelle. Auf diesen Rost wird ein, aus vier

*) In einem neuen Briefe sagt H. v. Löwenörn: „Bey hohen Leuchtthürmern habe ich's nützlich gefunden, die Zugöfnungen in diese Röhre, die mit eisernen Schiebern verschlossen werden können, höher vom Boden anzubringen.„

eisernen Bögen, die 4″ hoch und eben so dick sind, zusammengesetzter Kranz Fig. 9. 10. gelegt, der jenen Rost des Feuerheerds (Brasier) formirt. Dessen Tiefe 4½, dessen innerer Durchmesser 15 Zoll ist, während der Durchmesser des Rostes 24″ ausmacht. Der Halbmesser der Laterne ist vom Mittelpuncte des Heerdes bis zu den Fenstern sieben Schuh, welches nach meiner Erfahrung dem bemerkten Durchmesser des Heerdes entspricht, und die geringste Dimension ist, damit die Gläser nicht springen. Ja man könnte die Laterne oder Leuchtkuppel noch vergrößsern, in welchem Falle mehr Kosten entstehen, und eine größsere Vorsicht wegen Stabilität der Laterne beobachtet werden muſs *). Die Höhe des Heerdes über die Plattform mag 4½ Schuh betragen; damit dem Feuerwärter die Flamme nicht zu beschwerlich fällt, und er sich unter dem Horizont des Heerdes setzen kann. Von der Plattform bis zu den Fenstern erhebt sich eine einen Schuh dicke Mauer, 3½ Schuh hoch, so daſs der Feuerkorb oder Heerd einen Schuh höher als diese Mauer liegt. Die Fenster sind sechs Fuſs hoch. Die Flamme, wenn das Feuer gut unterhalten wird, hat eine Höhe von vier Schuh, welches geschieht, wenn der Feuerwärter nicht mit einem Mahle zu viele Kohlen auflegt. Auch muſs das Feuer, dessen Hitze, wie oben gesagt, durch das wechselweise Oefnen und Verschlieſsen (je nachdem der Luftzug wirkt) der kleinen 8 Zoll im Viereck weiten Löcher *e e* (Fig. 5. und 6.) gemäſsigt wird, nicht zu schnell auf dem ganzen Heerde gemacht werden. Die durch diese Oefnungen streichende Luft macht die Hitze in der Laterne erträglich, treibt den Dampf und kleinen Kohlenstaub nach dem Schornstein hinauf, folglich sind die Oefnungen unentbehrlich. Aehnliche etwa sechs Oefnungen (*h h*) aber kleinere, etwa von 6 Zoll im Vierecke, bringt man in dem Umfange des Heerdes an, welche die Platteform durchschneiden, und zwar bis zur Etage, die darunter liegt. Diese tragen viel zur aufrechten Steigung der Flamme, zur Kühlung und Verjagung des Kohlendampfes bey.„

*) Wie nothwendig die bestimmte Gröſse der Glaslaterne ist, beweiſst ein Vorfall, den der H. v. Löwenörn in seinem Briefe anmerkt, weil er zur Warnung dient, und dessen Mittheilung ein neuer Beweis von dem lobenswürdigen Eifer ist, womit derselbe die Kunst, Leuchtthürme zu bauen, erweitert. Er sagt nämlich: „bey dem angegebenen Durchmesser der Laterne war ehemals der Durchmesser des Feuerheerdes 20 Zoll, und hatte auch überdieſs zu viel Tiefe. Die gröſsere Quantität Kohlen vermehrte also die Hitze, ohne die Flamme zu vergröſsern„. Mit einem solchen Feuer machte H. v. Löwenörn bey Tage die Probe, weil das Leuchtfeuer den Seefahrern noch nicht bekannt gemacht war. Es war gegen das Ende des Winters bey einem mäſsigen Ostwinde, wo es fror. Indessen war die Luft heiter und die Sonne verbreitete selbst einige Wärme, und warf ihre Strahlen auf die westliche Wand der Glasfenster. Kaum war nun das Kohlenfeuer recht im Brand, so zersprangen alle Glasfenster und fielen nach der westlichen Seite zu. H. v. Löwenörn fand die Ursachen dieses Ereignisses darin, daſs die eisernen Stäbe, in denen man die Glasscheiben eingelassen hatte, sich von der Wärme, die zum Theil von dem Kohlenfeuer hervorgebracht war, ausgedehnt hatten. Da nun das Glas nicht kleiner werden oder nachgeben konnte, so muſste es zerspringen. Er lieſs also die Scheiben nach Aussen in Mastix einsetzen, und nach dem Innern zwängte er sie in baumwollenen Zeug. In der That ein treffliches und nachahmungswerthes Mittel.

„Um das Leuchten oder die Helle der Flamme zu vermehren, so kann man die Mauerwände mit gelbem gut polirtem Kupfer *g* Fig. 4. belegen. Insbesondere habe ich diese Maaſsregel daselbst in Ausübung gebracht, wo die Seefahrer das Leuchtfeuer nicht von allen Seiten sehen müssen. Die Landseite der Kuppel kann in diesem Fall eine breite Mauer *g*, statt eines Fensters erhalten, welche auch die Stabilität der Laterne sehr vermehrt. Solche Kupferplatte verstärkt den Schein der Flamme ausnehmend. Zur Vermehrung des Luftzuges und der Abkühlung werden einige Ventilatoren *i* angebracht. In dieser Rücksicht, und zur Vertreibung des Dampfes habe ich mich, bey den zuerst erbauten Leuchtthürmen, in den Schornsteinröhren *k* oder Fig. 11. des in Gilberts Annalen der Physik 5. B. 4. St. beschriebenen Boswellschen Ventilator, mit dem beſsten Erfolg bedient. Seitdem ich solche auf verschiedenen Leuchtthürmen angebracht habe, sind die Leuchtfeuer nicht nur viel heller, sondern der Kohlenstaub, welcher sich vorher auf die Fenster setzte, wird leicht herausgetrieben. Da man alle Mittel anwenden muſs, um mit einem mäſsigen Luftzug den Dampf aus der Laterne zu jagen und die Flamme gleichförmig zu unterhalten, so habe ich in das Dach noch vier, von einem Quadratschuh groſse, Oefnungen, deren Deckel sich mittelst einer Schnur leicht hebt und niederläſst, je nachdem das Oefnen oder Verschlieſsen dieser Oefnungen nothwendig wird, angebracht. Damit die eisernen Pfeiler zwischen den Fenstern die Flamme weniger verdunkeln, so habe ich daran Reverbern von polirtem Kupfer, welches vergoldet ist, angebracht. Dieselben sind sechs Zoll breit, das ist zwey Zoll breiter als die Pfeiler, und fünf Schuh hoch. Sie sind parabolisch geformt und machen den trefflichsten Effect. „

„Hat die Laterne auf der einen Seite eine Mauer, so macht man darin eine Thüre, die aber doppelt seyn muſs, damit die Luft nicht durch dieselbe einziehe und die Flamme seitwärts den Fenstern zugetrieben wird, mithin solche sprenge. Es muſs daher die Mauer eine solche Dicke haben, daſs ein Mensch zwischen den zwo Thüren Raum hat, um die eine Thür zuzumachen, bevor er die andere öfnet. Selbst bey einer Windstille zerstört die durch die Thüröfnung einziehende Luft den Luftzug, welcher durch die verschiedenen kleinen Oefnungen und der Röhre *a* hervorgebracht wird.„

„Es ist leicht zu erachten, daſs, da die Laterne, zu welcher die sechseckigte Form die beſste ist, allen Windstöſsen ausgesetzt bleibt, dieselbe eine ganz besondere Sorgfalt in der Construction nothwendig macht. Es ist daher das Dach von dicken Stangen und Eisenblech oder Kupfer zu machen, und die eisernen Stäbe der Fenster sind aufs Beſste untereinander zu verbinden. Wie sehr man bey der Construction der Laterne und ihres Daches auf seiner Hut seyn müsse, das hat auch folgender unangenehmer Umstand gelehrt. Ein am 3. November 1801. längs den dänischen Küsten eingetretener Sturm hob von zwey Leuchtthürmen das Dach ab, und trug es, wiewohl es aus eisernen Stäben bestand, sechszig Schritt von den Leuchtthürmen

hinweg. Ein umstand, der ohne zweifel darin seinen Grund hatte, daſs die stäbe nicht in die Mauer eingelassen waren.„

„Das in einer Laterne auf diese weise eingeschlossene Leuchtfeuer hat nun, ausser dem, daſs es auf groſsen Entfernungen sich erkennen, und mit wenig Anstrengung für die Feuerwärter unterhalten läſst, noch den vortheil vor dem im Freyen brennenden Feuer voraus, daſs es nur die Hälfte von Brennstoff erfordert, wozu noch kömmt, daſs die offenen Feuerkörbe, bey stürmischen Nächten, drey bis fünfmal so viel Kohlen als bey stillem wetter bedürfen, wo doch zu dem in der Laterne brennenden Feuer die nämliche Menge gebraucht wird. Die dänischen Leuchtfeuer erfordern in Einhundert vier und vierzig stunden eine Last steinkohlen der beſsten Gattung, die aus Schottland kommen.„

Der zweyte Brief vom 10. April 1802. enthält unter andern die Beschreibung einiger von dem verfasser erbaueten Leuchtthürme, die ich hier gleichfalls in der Uebersetzung mittheile.

§. 226. *Beschreibung des Leuchtthurm auf der in der ostsee liegenden Insel Bornholm.* Fig. 1. und 3. Tab. 91.

„Den Ort zur Erbauung dieses Leuchtthurmes wählte ich, sagt der chevalier Löwenörn, auf der nordwestlichen Landspitze der Insel, auf einer Anhöhe, die das Leuchtfeuer 272 dänische Schuh über die Meeresfläche erhebt, und die von der äussersten Landspitze ungefähr ¼ Meile landwärts gelegen ist. Dieses Leuchtfeuer kann wegen seiner Höhe von den Seefahrern in der Runde gesehen werden. Da es aber sehr hoch steht, so irren sich diese in ihren Schätzungen oftmals, so daſs sie sich entweder davon zu weit entfernen, oder demselben zu nahe kommen, indem sie vorzüglich der Insel deswegen sich nähern, weil das in deren Nähe befindliche Fahrwasser günstig ist. Nicht selten entstehen aber hieraus groſse Nachtheile für die seefahrt, und ich habe deswegen den vorschlag gemacht, auf der äussersten Landspitze bey *a* s. den Plan Fig. 91. einen zweyten Leuchtthurm mit einem Lampenfeuer zu erbauen, der den Seefahrern es erleichtern würde, die Entfernung von der Insel oder der gegenüber liegenden Küste Schwedens zu schätzen und das Cap (*a*) zu umsegeln, wenn die Nächte dunkel sind.„

Die angeführten Zeichnungen sowohl, als die im vorigen §. mitgetheilte Beschreibung von dem Bau und der Construction der dortigen neuen Leuchtfeuer, machen eine weitläufige Erklärung von diesem Leuchtthurm überflüſsig.

Die Anhöhe, worauf der Thurm steht, wählte der H. v. Löwenörn wahrscheinlich auch deswegen zum Standpuncte, damit das Leuchtfeuer von allen Seiten sichtbar sey, und auf einer andern stelle vielleicht von der Anhöhe selbst, in einigen Richtungen, gedeckt werden konnte. Von der jetzigen Regierung Dänemarks, die bereits so viel zur verbesserung der Schiffahrt gethan hat, würde sich gewiſs erwarten lassen, daſs sie den zur Aufführung eines zweyten Leuchtthurms gemachten vor-

schlag hätte ausführen lassen, und so die gründlichen Kenntnisse des H. v. Löwenörn zum Besten der Schiffahrt benuzt hätte, wenn dasselbe durch die Errichtung eines Leuchtfeuers auf *Christiansoe* nicht mehr so dringend nothwendig wäre.

§. 227. *Beschreibung des Leuchtthurms auf Christiansoe.*

Tab. 91. Fig. 12. 13. 14. 15. und 16.

Dessen Leuchtfeuer sieht man, bey heitern Nächten, sehr gut von der Landspitze auf Bornholm. Derselbe besteht unten aus einem ausgedehnten mit Schiefslöchern versehenen Thurm, auf dessen Verdachung die Laterne gesetzt wurde. Dieses Leuchtfeuer ist ein Drehfeuer, und mit einigen Veränderungen, nach den Grundsätzen, wonach die Errichtung des in Schweden bey Marstrand bewerkstelliget wurde, angelegt. Folgende Beschreibung des H. v. Löwenörn wird diese Construction anschaulich machen. „ Nach des Professors *Fick* Reise 1807. liegt dies Leuchtfeuer 96 Fuſs über das Meer.

„Die Figuren 13 und 14 zeigen, wie die Hohlspiegel 1 bis 9 und die Lampen *fff* angebracht sind. Der vertical stehende Baum *a b* trägt drey aus Holzwerk gemachte Arme *ddd*; an welchem neun Hohlspiegel (1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.), jeder vier Schuh im Durchmesser, befestigt sind. Jede von den drey Lampen *f*, die von einem eisernen Arm *e* F. 3. getragen wird, befindet sich in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte dreyer Hohlspiegel. Diese sind aus gehämmerten Kupfer gearbeitet, parabolisch gestaltet, vollkommen polirt und mit feinem Gold zweymal vergoldet *). Hinter sich haben sie einen hölzernen Rahmen *g* Fig. 13., an welchem sie mittelst vier Schrauben *hhhh*, deren Wurzeln an die Hohlspiegel angeschweiſst sind, befestiget werden, nachdem man vorher zwischen der erwähnten Holzwand und den vier Zoll dicken Hohlspiegeln ein Futter von Tuch und Plüsch gelegt hat. Da es nicht möglich war, je drey Hohlspiegel 1. 2. 3. dergestalt anzubringen, daſs sie alle drey eine volle runde Form, und dennoch einen gemeinschaftlichen Brennpunct erhielten: so muſste von den mittlern (2) zwey Segmente abgeschnitten werden, wodurch jedoch diese drey mittlere Hohlspiegel an der Wirkung nur sehr wenig verlohren haben.„

„Bey dem Leuchtfeuer von Marstrand hatte man anfänglich nur sechs Hohlspiegel placirt. Die Lampen sind in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte von zweyen gestellt. Nachher hat man noch drey Hohlspiegel hinzufügen und an den Enden bey II. nach der punctirten Linie III. IV. (Fig. 14.) setzen wollen. Auf diese Weise werden auch drey Lampen V. nothwendig.„ **)

„Die Lampen *f* sind in Fig. 15. ins Groſse gezeichnet. Sie bestehen aus drey, einen Zoll breiten, bandförmigen baumwollenen Dochten, welche in die Einschnitte

*) H. v. Löwenörn zieht die Vergoldung dem Versilbern vor, und gewiſs nicht ohne Grund, da ihm die Erfahrung zu Gebote stand.

**) „Wenn ich nicht irre, so hat jeder Hohlspiegel zu Marstrand nur zwey Schuh 9 Zoll im Durchmesser.„ L.

lll eingesetzt sind. Die Lampenbüchsen werden mittelst eines Trichters Fig. 16. mit Oel durch die Oefnung *m* F. 15., die mit dem Stopsel *n* geschlossen wird, gefüllt. Es versteht sich, dafs zuweilen mit den Lampen abgewechselt werden mufs, wenn die eine oder andere nicht gut brennt, folglich mufs der Lichtwärter mehrere vorräthig haben.„

„Was die Verstärkung der Lichtstrahlen anbetrifft, so habe ich hinter der Lampe *j* drey kleine Hohlspiegel *o o o* angebracht, welche viele Lichtstrahlen auf die grofsen Hohlspiegel werfen, eine Idee, die ich nirgends vorgeschlagen noch ausgeführt gefunden habe. Um mich von der guten Wirkung dieser Vorrichtung zu überzeugen, liefs ich die kleinen Hohlspiegel wegnehmen und dann wieder aufsetzen. Dabey ward ich gewahr: dafs sie die Stärke des Lichtes sowohl, als das Zurückprallen der Strahlen auf die grofsen Hohlspiegel beträchtlich vermehrten. In der Entfernung von ungefähr 200 Schritten konnte ich sehr gut in einem Buche mit grossem Drucke lesen, und vielleicht hätte ich es noch in einem gröfsern Abstande thun können, wenn das Local mir Mittel an die Hand gegeben hätte, mich noch weiter zu entfernen. Der Schatten, welcher durch denjenigen Arm, der die Lampe mit dem kleinen Hohlspiegel trägt, verursacht wird, ist in der Entfernung nicht merklich. Aber die ganze Maschine erfordert in der Anlage viele Vorsicht, damit alles wohl gefugt und die Lampen sowohl, als die Hohlspiegel genau ihrem Brennpuncte entsprechen. Die Bewegung dieses Drehfeuers anbetreffend, so wird der verticale Baum *a b*, welcher die Hohlspiegel trägt, mittelst eines Räderwerks bewegt, und durch ein verhältnifsmäfsig schweres Pendul, gleichwie an einer Sanduhr, die gleichförmigen Umdrehungen hervorgebracht. Es soll in sechs Minuten eine Umdrehung geschehen, und die Seefahrer, in welcher Richtung sie auch seyen, werden in diesem Zeitraume neun glänzende Zurückprallungen der Lichtstrahlen bemerken. So wird also dieses Leuchtfeuer mit jenem auf Bornholm niemals verwechselt werden können, indem dasselbe Feuer unbeweglich ist.„

Bey den Lampen des Leuchtfeuers auf *Christiansoe* hat der Ritter *Löwenörn* nachher eine noch bessere Einrichtung gemacht, die derselbe mir am 26. Oct. 1805. mittheilte. (Siehe Tab. 100. Fig. 49. 50. 51. 52. 53 und 54.) Er sagt davon in diesem Briefe Folgendes: „Da bey dieser Einrichtung ein freyer Luftzug angebracht ist, so lodert die Flamme weit heller, und giebt einen stärkern Schein, als die ich erstlich angebracht hatte, und die Fig. 15. und 16. Tab. 91. abgebildet sind. Ich habe ferner die hinter den Lampen angebrachten kleinen Hohlspiegel *o o o* vergröfsert. Anfangs hatte ich sie nur von 3 oder 3½ Zoll im Durchmesser gemacht, da ich aber eine verbesserte Lampe einrichtete, so machte ich auch die Contra-Reverbers von einem gröfsern Diameter, nämlich von 7 Zoll, und setzte sie natürlicher Weise in eine etwas grössere Entfernung von den Lampen. Ich liefs sie aus gediegenem Silber machen, um ihre Figur desto vollkommener abschleifen und poliren zu können. Die Wirkung die-

ser verfeinerung hat auch ihrem Endzwecke völlig entsprochen, während daſs die Stärke der reverbirten Licht-Strahlen dabey asserordentlich gewonnen hat.„

In der zum Reverber-Feuer auf Christiansoe dienenden nach der Hälfte der natürlichen Gröſse auf Tab. 100. F. 49-54. dargestellten, aus Kupfer gemachten Lampe, ist (in Fig. 49.) *a b* der Luftzug. Ihr oberer Theil *c, d, e, f* kann abgenommen werden, damit das Oel, wenn es überlaufen sollte, aus der untern Abtheilung *g, h, i; k* bey *o* abgegossen werden kann. *l l* Fig. 52. sind messingene Stifte, an welchen die platten Dochte mittelst den Klemmplatten *m m* befestiget werden, und die man in die Röhren *n n* einsteckt, und je nachdem die Dochte abbrennen, aufschieben kann. Sie werden durch Fig. 51 und 54. noch deutlicher dargestellt. Fig. 50. zeigt diese Lampe im Durchschnitt, und Fig. 53. den Horizontalschnitt des obern Theils„.

„Wir hatten zwar anfangs gedacht, daſs das auf Christiansoe rotirende Blinkfeuer in 6 Minuten seine Rotation vollenden sollte, jetzt ist es aber besser befunden, solches in drey Minuten rund gehen zu lassen, welches, seiner jetzigen Einrichtung nach geschieht. Da die Hohlspiegel zu diesem Feuer ausserordentlich groſs sind, nämlich 4 Fuſs im Durchmesser, so folgt hieraus natürlicher Weise, daſs sie auch sehr schwer sind. Der verticale Baum *a, b*, (Fig. 55. Tab. 100.) welcher diese trägt, hat dadurch mit Beschlag und allem ein Gewicht von ungefähr 4000 Pf., indessen ist das Räderwerk, welches dasselbe in Bewegung setzt, so gut executirt, daſs es einen gleichförmigen sanften Gang hat. Ich hatte es zwar anfangs mit einer Pendule eingerichtet, aber diese verursachte bey jedem Schlag eine zitternde Bewegung. Anstatt derselben wird daher ein Windfang zum Regulator, so wie in den Spieluhren angebracht. Ich lasse jetzt nach dem nämlichen Princip, aber nach weit kleinern Dimensionen ein solches Leuchtfeuer einrichten, welches bey dem Eingange eines Hafens dienen soll. Wenn man sich immer mit einer Sache beschäftiget, so entstehen neue Ideen! Bey solchen Einrichtungen ist Ersparung auch kein gleichgültiger Gegenstand, denn dadurch wird man im Stand gesetzt, mit gewissen Einkünften mehrere Einrichtungen zu treffen. Insonderheit muſs auf den jährlichen oder täglichen Gebrauch die Aufmerksamkeit in dieser Hinsicht gerichtet werden. Ich habe mir gedacht, daſs man ein rotirendes Leuchtfeuer mit 7 oder einer andern ungleichen Zahl von Reverbers so einrichten könne, daſs ein jeder Reverber gerade von der in dem Zirkel gegenüber angebrachten Oefnung zu stehen käme, welche durch eine einzige Lampe zu erleuchten sey. Die hiebey gelegte Zeichnung Tab. 100. Fig. 53. und 56. braucht ohne Zweifel keine weitere Erklärung. Mann könnte nur allein die Frage: warum ich die Reverber nicht wie gewöhnlich cirkelförmig zu machen gedenke? aufwerfen! Ich meyne, wenn ich an beyden Seiten der Reverber ein Segment abschneide, dabey zu gewinnen; denn wenn man den Radius von der Lampe an die Reverber zu 53½ Zoll annähme, so würde der Diameter jeder Reverber 12 Zoll seyn müssen, denn sie sollten nicht breiter seyn, als die in der Circumferenz gegenüber angebrachte Oefnung, wodurch das

Licht fallen, und dem Anschauer erscheinen soll. Wenn ich nun ein segment auf jeder seite abschneide, so kann ich dahingegen die Reverber nach einem gröſsern Durchmesser und zwar beynahe von 18 zoll abschleifen, und diesem auf der nämlichen Breite auch dieselbige Höhe geben, wodurch das Licht sehr verstärkt werden muſs, und der Raum, wodurch er erscheinen soll, weit stärker erleuchtet wird. Ich gedenke Proben damit anzustellen. „Uebrigens" fügt Herr von Löwenörn hinzu, „beruhet die Gröſse der Reverber lediglich auf die Erweiterung der zirkel und auf die Anzahl der Reverber, die man darin anbringen will, als 3, 5, 7. u. s. w. und ist, je nach den Localumständen eben so willkührlich als die zeit der Rotation dieser spiegel, so, daſs man z. B. den Gang der die Reverber (spiegel) umdrehenden mechanischen vorrichtung (s. Fig. IV. Tab. 100.) dergestalt einrichten kann, daſs dem seemann während einer Minute zehn, mehr oder weniger helle Blinke erscheinen."

„Für *Bornholm* war ein Kohlenfeuer das zweckmäſsigste, so wie diese Feuer an allen vorgebirgen und jenen orten die beſsten sind, wo es im Meere gefährliche Plätze giebt, und die schiffe ihren weg auf die gröſste Entfernung nach der Ansicht des Leuchtfeuers einhalten können und sollten. Im Gegentheil werden wieder die Lampenfeuer an den Eingängen der Häfen, an den engen Passagen etc. am zweckmässigsten gebraucht werden. Ein wohl eingerichtetes Kohlenfeuer wird nämlich, nach meiner Meynung, viel weiter gesehen, als ein Lampenfeuer; selbst mit Hohlspiegel, besonders wenn die Luft trübe ist, indem man alsdann einem Lampenfeuer weder jene stärke, noch jene Menge von Licht geben kann, als einem Kohlenfeuer. Ich würde nicht wohl gethan haben, wenn ich ein Lampenfeuer für Bornholm und ein Kohlenfeuer für christiansoe in vorschlag gebracht hätte, da letztere Insel ohne alle Gefahr umschifft werden kann. Doch sind die Lampenfeuer die wohlfeilsten."

„Nach der Einrichtung, daſs sich das ganze Lampensystem herumdreht, so wie am Leuchtthurm von Marstrand ist es sehr wahrscheinlich, daſs man den hell leuchtenden Glanz der Lichtstrahlen, welche von so vielen Hohlspiegeln in der zeit einer umdrehung zurückgeworfen werden, in jedem Punkte, wo man sich auch befinden mag, nach verhältniſs der Entfernung und des winkels, den die Hohlspiegel unter sich machen, klar sehen wird. Ich hoffe hierüber interessante Beobachtungen anzustellen, sobald das neue Leuchtfeuer von christiansoe seinen Anfang nehmen wird."

§. 228. So wie der seefahrer des Nachts, zur vermeidung des strandes, der Klippen und Rifs, gute Leuchtfeuer gebraucht, so dienen ihm zur Einhaltung der Fahrstrassen oder des Fahrwassers in den seemündungen, als z. B. in Maarsdiep, im vliestrom und Texel (Tab. 45.); in den kleinen seen, als z. B. in der südersee Tab. 44. (auf diesem Kupfer sind die Fahrwasser punctirt), so wie in den Mündungen der schiffbahren Flüsse — schwimmende und auf den Grund, mittelst Ketten, seile, aus wei-

den und Tannenwurzeln geflochtener Bänder *), festgelegte Zeichen. Gewöhnlich werden auf den Grund schwere, Steine an Ketten und Seilen herabgelassen, und an diese leztern Tonnen befestigt. Auch setzt man an vielen Stellen Pfähle, wie z. B. in den *Lagunen* vor *Venedig*, oder andere Merkzeichen. Da diejenigen, die Fahrwasser angebenden Seezeichen, welche in den Meerbuchten längs den dänischen Küsten errichtet wurden, sehr merkwürdig sind, so will ich dasjenige hier aufnehmen, was der Ritter Löwenörn mir hierüber mittheilte. Er sagt: „eben so wichtig als die Leuchtfeuer des Nachts sind, um den Seefahrenden in engen und gefährlichen Fahrwassern ihren Cours anzuzeigen, sind bey Tage die Merkzeichen, die man, um die Seefahrenden gegen die an den Küsten u. s. w. liegenden Untiefen zu warnen, errichtet. Hiezu dienen öfters selbst die Leuchtthürme! Sie wissen, daſs in dem Innern der Häfen und an den Revieren man sehr viele sogenannte See-Tonnen und dergleichen Merkzeichen braucht, ohne welche selbst ein Lootse, zum öftern schwerlich ein Schiff durch solches Fahrwasser führen könnte, aber Merkzeichen auf den gefährlichen Gründen (Untiefen) an entfernten Oertern oder in offener See sind nur sehr wenig und selten gebraucht worden. Die Russen haben indessen dieses Hülfsmittel, um den Seefahrenden ihre Fahrt zu erleichtern, in der Finnischen Bucht schon längstens angewendet. Dieses besteht in langen so eingerichteten Stangen, daſs ein Theil derselben über der Meeresfläche sich beynahe aufrecht hält, und die mit Flaggen bezeichnet sind. Bekannt mit dieser Vorrichtung, machte ich den Vorschlag: solche auch an gewissen gefährlichen Gründen in dem Cattegat auszulegen. Jedes Locale hat aber seine eigene Beschaffenheit; so sind z. B. die in der finnischen Bucht gut gewählten Merkzeichen nicht bey uns zweckmäſsig. Ich füge nun eine Zeichnung von den im Cattegat ausgelegten Merkzeichen hinzu (Tab. 100. Fig. 57 und 58.). Der untere Stein *A*, vor welchem dieses Merkzeichen festliegen soll, wiegt 5 bis 6 Zentner. Die kurze Kette *B* muſs so eingerichtet seyn, daſs die Stange sich sehr leicht rund drehen kann. Am untersten Ende der Stange ist ein anderer Stein *C* befestigt, den ich den Ballancierstein nenne, und der ungefähr 150 gegen 180 Pf. wiegen kann; im Verhältniſs zu der Länge der Stange. Der Trichter *T* dient eigentlich dazu, daſs der Druck des Wassers die Stange aufrecht halten muſs, und auch auf den Fall, wenn der Druck des Windes und der Schlag der Wellen die Stange niederschlagen wollte, Widerstand zu leisten. Dieser Trichter darf nicht dicht seyn, und der obere Theil desselben *a b* muſs auch nicht dicht seyn, denn sonst würde das Wasser ihn zu sehr heben, und man brauchte dann einen schwereren Ballancierstein. Es scheint, daſs, wenn dieser Trichter so eben mit seinem obersten Rande auf der Oberfläche des Wassers zu stehen käme, derselbe seine absichtliche Wirkung am besten her-

*) Zu diesen Bändern kann man sich derjenigen bedienen, deren Verfertigung ich im Iten Bande S. 308. gezeigt habe.

vorbringen würde, und dieses ist richtig. Aber wenn der Fall eintritt, daſs das Wasser steigen und fallen kann, durch Ebbe und Fluth, u. s. w.; und daſs das Wasser dadurch niedriger würde, so daſs es mit seiner Oberfläche unterhalb dem Trichter zu stehen käme, so fiele die ganze Maschine um, und könnte in keiner Entfernung gesehen werden. Aus dieser Ursache und wegen den Schlägen der Wellen gegen mehrbenannten Trichter, die schwächer werden, wenn jener tief steht, befestigte ich diesen Trichter an die Stange einen Fuſs mehr oder weniger, nach der Localität, unterhalb dem ordinairen Stande des Wassers, wo ich ihn auslege, und die Erfahrung hat mir schon bewiesen, daſs es zuträglich ist. Die Länge des untern Theils der Stange von dem Ballanciersteine ab bis an die Oberfläche des Wassers, wird nach der Tiefe eingerichtet, wo diese Merkzeichen gelegt werden sollen. Nach der kurzen Erfahrung, die ich noch davon habe, finde ich, daſs sechs Faden Tiefe sich am beſsten zu den Proportionen, die ich gebraucht habe, passen; aber, wie gesagt, vieles von dem Detail beruhet auf Localität und Nebenumstände! Die Länge der Stange über die Meeresfläche habe ich zu 20 Fuſs angesetzt, und die oberste Spitze mit Birkenreis umwunden, wie auch an der Stange herunter mit dünnem Reis, damit sie nicht zu schwer werde und doch sichtbar bleibe. Bey hellem Wetter und bey dem Gebrauch eines Fernrohrs kann man von einem Schiffe dieses Merkzeichen schon in einer Entfernung von beynahe zwey Meilen wohl erkennen. Sie haben ihre Probe diesen Sommer und Herbst, in welchen wir ziemlich harte Stürme gehabt haben, ausgestanden. — Schlieſslich muſs ich noch bemerken, daſs in sehr engen Fahrwassern als auf Flüssen, u. d. gl., wo der Strom ausserordentlich reissend ist, und auch da, wo der Unterschied des Wasserstandes durch Ebbe und Fluth sehr verschieden ist, diese Art von Merkzeichen wohl schwerlich zu gebrauchen ist. Wenn der Strom gar zu reissend ist, biegt er doch die Stange ungeachtet des Trichters so schräg gegen die Oberfläche des Wassers hin, daſs sie in einer weiten Entfernung nicht gesehen werden kann, und wenn der Wasserstand zu sehr verschieden ist, sind die Proportionen, die zu den verschiedenen Höhen des Wasserspiegels passen, schwerlich zu treffen. — Sie werden vielleicht finden, daſs ich über diesen Gegenstand weitläufig gewesen bin, aber lieber dieses, als daſs ich unverständlich bleiben sollte, und scheint auch die Sache an und für sich selbst einfach, so ist sie es doch wahrlich nicht in der Anwendung und in Hinsicht des Nutzens, den die Seefahrenden davon haben können."

Ende der Hafenbaukunde.

FÜNFTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

DAS IST

DIE ENTWÄSSERUNGS - AUSTROCKNUNGS - AUSWÄSSERUNGS - UND BEWÄSSERUNGS-KUNDE.

ERSTER ABSCHNITT,

ODER

DER THEORETISCHE THEIL; ERKLÄRUNGEN UND MAXIMEN.

§. 1.

Die Lehre von der *Entwässerung* umfaſst die Maaſsregeln, wodurch diejenigen Sümpfe, nasse Ländereyen, Wiesen und Waldungen, welche nur eine Zeit des Jahres ganz mit Wasser bedeckt sind, deren übriger Theil, von der Oberfläche abwärts, davon durchdrungen ist, dergestalt trocken gemacht werden, so daſs sie einen weit grössern öconomischen Vortheil hervorbringen!

§. 2. Eine *Austrocknung* bewerkstelligen, heiſst: einen mehrere Schuh hoch mit Wasser bedeckten Bezirk vom Wasser befreyen oder trocken legen. Die Holländer nennen ihn *Plas* oder *Poel*, wenn der Torf daraus gegraben ist, und ich will ihn in diesem Fall *Wasserplatz* oder *Austorfung* nennen. Ausser solchen Wasserplätzen gibt es auch Landseen und Sümpfe, Versumpfungen oder Moräste, die man austrocknet. Ist nun ein Theil eines solchen Wasser- oder Sumpfbezirkes vom Wasser befreyt und zu Lande, Wiesen oder Viehweiden gemacht worden, so sage ich: dieser Bezirk ist *ausgetrocknet* oder *trocken gelegt*.

§. 3. Kein Monarch hat den Vortheil solcher Anstalten so sehr zu erreichen gesucht, als *Friedrich der Groſs*; er hat vielleicht mehr als fünf Millionen Reichsthaler

30 *

darauf verwendet! Zu seinen wichtigsten Unternehmungen kann man die Trockenlegung des sogenannten *Drömlings*, zwischen der Weser und Elbe, rechnen, zu deren Erhaltung jährlich 6000 Rthl. ausgesetzt waren, die ich wegen dem Entwurf zum Canal zwischen diesen beyden Flüssen, auf die Einladung des *Königs von Westphalen*, bereist und ganz genau untersucht habe. Auch die von dem Churfürsten *Carl Theodor* ohnweit *Neuburg* an der Donau, und zwar gröſstentheils auf Staatskosten, bewerkstelligte Entwässerung des Donaumooses, ist ein kostspieliges Unternehmen. So sind die Austrocknungen von *Aquileja* am adriatischen Meere, die ich aus Auftrag des *Kaisers von Oesterreich* im Jahre 1803. untersuchte, ein Monument der Regierung von *Maria Theresia!* Alle diese Unternehmungen verschwinden aber im Vergleich mit den Austrocknungen und Entwässerungen Hollands, von denen ich in diesem Werke nähere Auskunft geben werde. Sie sind wahre National-Monumente und ihres Nutzens wegen über die Tempel und Amphitheater Roms zu setzen, und kosten mehr denn zwey Hundert Millionen Gulden. So nützlich auch dergleichen Anlagen sind, so hat man sie doch in manchen Ländern gar sehr vernachläſsigt, und es nicht einmal der Mühe werth gehalten, solche Gesetze zu geben, welche sie erleichtern; ja man hindert, sey es aus Sorglosigkeit oder Einseitigkeit und Verachtung wahrer Kenntnisse, die Ausführung reiflich entworfener Plane! Anderswo frägt man wohl gar, welches meinen Lesern unbegreiflich seyn wird, solche Männer um ihr Gutachten, denen die ersten Grundsätze der Wasserbaukunst fremde, und die dafür allgemein bekannt sind, daſs sie sich in alle Geschäfte mischen, viel versprechen, wenig halten, alles anfangen ohne es zu enden, und nur die verderbliche Kunst verstehen, durch die Gefälligkeiten gegen Andere, und dadurch, daſs sie den untergeordneten freyen Spielraum im Dienste lassen, sich eine Menge Anhänger verschaffen. Ich könnte über alles dieses Thatsachen liefern, aber gewisse Rücksichten verbieten dieſs! —

Die Mühlen und die Willkühr der Müller, womit sie die Wehre und Fachbäume anlegen, wird von manchen Justizstellen gegen die Grundeigner in Schutz genommen, wenn gleich Tausende darunter leiden und ganze Landesbezirke in Sümpfe verwandelt werden!! Während mit dieser Sorglosigkeit verfahren wird, breiten sich indessen die Ueberschwemmungen immer weiter aus.

Es ist unglaublich, mit welcher Stumpfheit und Unkunde die Anlage der Wehre und Mühlen öfters betrieben wird. Man erwäge nur, daſs die Müller ein Zwanzig- bis ein Fünfzehntheil alles dessen, was die Erde an Getreide hervorbringt, als Mehlkorn beziehen, und man wird es sich erklären können, daſs sie mit ihren schlechten Mühlen immer noch einen unerhörten Gewinn haben. Würden aber die Mühlen und Wehre eines Landes nach den Grundsätzen der Wasserbaukunst angelegt, so können die Wehre keine Ueberschwemmungen verursachen, die Mühlen besseres Mehl und Schrot liefern; man wird kein ungesundes zum Theil mit vielen Sande untermischtes Brod erhalten und die Mühlgäste werden nicht ein vier und zwanzig Theil an Mehl-

korn abzugeben haben, während die Müller mit ihrem Verdienste vollkommen zufrieden seyn können.

Wie nothwendig eine Reform mit den jetzigen Mühlwehren und vielen Mühlen sey, dieses habe ich in meinen frühern Schriften an mehreren Orten, aber leider ohne Erfolg, gezeigt. Selbst die Flüsse, welche die Natur zur Schiffahrt und Aufnahme der kleinen Gewässer eines Landes bestimmt hat, werden mit Mühlen in die Höhe getrieben, und so zur Erhöhung ihres Bodens, mithin zur Ueberschwemmung genöthiget; ja ich kenne eine große Austrocknung, die mehr als zwey Millionen Gulden gekostet hat, auf die man Colonien anlegte, und die jetzt, nach wenig Jahren ihrer Anlage, wieder in Morast verwandelt war, weil der Hauptentwässerungsgraben fehlerhaft in den Hauptfluſs geleitet, am untern Ende verschlammt ist und über dieſs Mühlen trieb. Diese sind nun, nach meinem Vorschlage, fortgeschafft, und die Austrocknung wieder des Sumpfwassers entledigt und ausserordentlich verbessert worden. In nur wenig Ländern bestehen Verordnungen über die Befugnisse, die Austrocknungs-Canäle über fremdes Eigenthum zu führen, und kein Staat hat ein vollständiges Wasserrecht aufzuweisen. Täglich werden jedoch eine Menge Streitigkeiten über die Benutzung der Gewässer zu den Mühlen und Maschinen aller Art, über die Austrocknungen und Bewässerungen verhandelt und entschieden, ohne daſs in den darüber geführten Akten gründliche Untersuchungen vorkommen, womit ein ächter Wasserbaukundiger sich befriedigen könnte.

Manche Stellen lassen sich über Wasserbau-Gegensände, Gutachten von sogenannten Kunstverständigen, worunter sie Zimmerleute, Mühlwerkleute, Maurer, Feldmesser, Müller, Schichtmeister, Förster, Salinenbeamte, Kunstmeister, Civilbau-Inspectoren die nichts vom Wasserbau verstehehen, begreiffen, vorlegen, und dann wird nach diesen verfahren, während gründliche, selbst berühmte Wasserbaukundige dem Staate mit Erfolg dienen, und die Aufmerksamkeit des Auslandes auf die einheimischen Werke bewirken. Der Erfolg solcher unreifen Vorschläge ist leicht voraus zu sehn! Kommen aber dergleichen Vorschläge den Wasserbaukundigen zur Prüfung und werden diese ihre Vorschläge angenommen, so sammelt sich eine Zahl intriganter Widersprecher, die gegen die Ausführung arbeitet, weil die Vorschläge der sogenannten Kunstverständigen verworfen wurden. Dann werden während der Ausführung Gerüchte aller Art ausgestreut, die Zahlungen verzögert, der Bürger und Landmann, dem die Anstalten die gröſste Wohlthat werden, dagegen eingenommen, und es müssen erst Jahre vergehn, bevor diese Intriganten, der guten Sache das Feld räumen.

Groſse Anlagen, worunter auch die wesentlich zur Vermehrung des National-Reichthums beytragenden Austrocknungen und Bewässerungen gehören, können überhaupt nie gedeihen, wenn darüber Jahre lang schriftlich verhandelt wird; und wiewohl manche dafür halten, daſs über dergleichen Gegenstände recht viel und lange, und von vielen vieles geschrieben werden müsse, wenn man nicht von ihnen das

urtheil hören will: *„man wolle die Geschäfte über das Knie abbrechen!“* so beweifst uns doch die Geschichte aller Zeiten, dafs manche der gröfsten Werke, welche noch nach Jahrtausenden die Nachwelt in Erstaunen setzen, ohne viele schriftliche Verhandlungen zu stande gekommen sind. Des *Plinius* Briefe an *Trajan* geben hievon einen deutlichen Beweis. Doch! ich komme auf die Haupt-Materie zurück.

§. 4. Die *Auswässerung* besteht in der Leitung desjenigen Wassers, welches in den bereits trocken gelegten und in urbar gemachten oder in eingedeichten Bezirken eingetreten ist: entweder durch Ueberschwemmungen aus Quellen oder von Schnee und Regenwasser, welches Wasser ins Meer oder in Canäle des Bezirkes, worin es auf einen natürlichen Abhang ihres Bodens abfliefst, geführt, oder das mit Maschinen auf diese Canäle gehoben wird, um aus denselben, vermittelst Schleusen, einen Abflufs in die tiefer liegenden Gewässer zu erhalten. Ehe und bevor die *Auswässerung* angeordnet werden kann, mufs demnach die *Entwässerung* oder auch die *Austrocknung* bewerkstelligt seyn.

§. 5. Sandgegenden, unfruchtbare, ausgetrocknete Sumpfbezirke, oder einen trockenen unfruchtbaren Boden mit Bach- Quell- und Regenwasser, oder mit dem Wasser der Flüsse, Wildbäche und Waldströme, wenn sie mit fetter Erde geschwängert sind, oder endlich mit künstlich gedüngten Wasser zuweilen überflöfsen, heifst *bewässern*.

§. 6. *Von der Entwässerung insbesondere, wenn der Boden des zu entwässernden Bezirkes höher als das höchste Sommerwasser des Flusses, oder die das Sumpfwasser aufzunehmenden Gewässer* (Recipient) *liegt.*

Die Entwässerung irgend eines Sumpfbezirkes kann nun durch folgende Methoden bewerkstelligt werden. 1) Wenn der Hauptabzugscanal, der den Recipienten des abzuführenden Wassers bildet, hinreichenden Abhang und Profilgröfse hat, um das in denselben einzuleitende Wasser, mit der erforderlichen Geschwindigkeit, fortzuführen. 2) Wenn dem Hauptcanal entweder durch Correction desjenigen Flusses, in welchen er sich einmündet und den ich den Hauptrecipienten nennen will, oder durch Verlängerung des erstern, damit er sich später mit diesem letztern vereinige, ein gröfseres Gefäll gegeben wird, welches auch geschehen kann, wenn man den Canal durch Berge und unter Berge hinführt. Alles dieses mufs zuweilen bewerkstelliget werden, um solchem Canal einen hinreichenden Abhang und Geschwindigkeit zu geben.

Die Entwässerung eines Sumpfbezirkes kann auch bewirkt werden 3) vermittelst Sammelplätze (Sammelteiche) oder Bassins (holl. Boezems), 4) durch Anschwemmungen und 5) mit Schöpfmaschinen, die das Wasser aus den Sammelgräben auf den Abzugscanal oder von diesem in die nahen Flüsse und Canäle heben.

6) Steht endlich in einem nassen Sumpf, in nassen Wiesen, oder in Wäldern, so viel Wasser, dafs es in Gräben gesammelt werden mufs, demselben aber ein Ab-

flufs ohne zu grofse Kosten nicht gegeben werden mag, so mache man in der tiefsten Strecke des zu entwässernden Bezirkes solche breite und tiefe Gräben oder Senkgruben, die das Wasser aufnehmen können.

7) Auf manches Local wird man wegen seiner Trockenlegung Fischteiche anlegen können, die das Wasser sammeln; auf diese Weise also eine Entwässerung durch Sammelplätze bewirken. Diese Methode bedarf indessen keiner weitern Anleitung, weil die Sammelteiche, nach Maafsgabe des öconomischen Vortheils, und je nachdem sie die Gegend austrocknen, nach und nach vergröfsert werden können.

§. 7. Wir wollen jetzt die wesentlichsten dieser Methoden näher darstellen, und die bey der Ausübung nöthigen Grundsätze und Maafsregeln mittheilen. Manche Aufgaben werde ich indessen übergehen müssen: denn es ist noch eine vollgültige Theorie von der Bewegung des Wassers in offenen Canälen äusserst wünschenswerth und vielleicht kann man dem Mangel einer solchen den Umstand beymessen, dafs die Geschwindigkeit der fliessenden Gewässer von so vielen physicalischen Ursachen beschleunigt oder verzögert wird. S. B. I. S. 24 — 30.

§. 8. Da man einen Bezirk entwässert oder austrocknet: wenn der Abzugs-Canal oder der Flufs, welcher jenen Canal selbst bildet, hinreichenden Abhang und Gröfse hat, um das in denselben einzuleitende Wasser mit der erforderlichen Geschwindigkeit abzuführen: so mufs die Lage der trocken zu legenden Gegend und des Haupt-Recipienten; so weit derselbe auf die Trockenlegung Einflufs hat, genau aufgenommen und nivellirt auch die Quantität der abzuführenden Wassermenge beyläufig berechnet seyn. Die Bestimmung dieser letztern ist aber ein schwieriges Geschäft, ja! dasselbe wird nie zur äussersten Genauigkeit gebracht werden, weil man das Volumen des Quellwassers, so wie des sich in dem Sumpfe befindlichen Wassers und des Regenwassers, nicht genau berechnen kann. Man wird daher, wie gesagt, darüber nur beyläufig eine Berechnung anstellen können, und diese ist auch hinreichend: denn es kömmt bey solchen Anstalten, welche die Austrocknung und Entwässerung bilden, nicht auf Tage und Wochen an.

§. 8. Soll die Austrocknung oder auch die Entwässerung nach der Methode, wobey die Correction des Haupt-Recipienten nothwendig wird, ausgeführt werden: so mufs eine hydrometrische Messung desselben vorangehen, um zu entscheiden, wie viel die *Durchgrabungen* der *Flufsserpentinen* oder die Wegnahme der darin befindlichen einzelnen Erhöhungen des Flufsbettes, oder die Verbesserung der darin liegenden Wehre, die Neigung des Stromes vergröfsern können; wenn nämlich die natürliche Neigung und Geschwindigkeit zu geringe ist, um dem Sumpfwasser hinreichenden Abflufs zu verschaffen.

Man wird ferner untersuchen: ob nicht Mühlen oder Maschinen diese Neigung zu viel unterbrechen; in wie ferne sich mit denselben so wie mit den Wehren einige Verbesserungen machen lassen, und ob diese Wehre nicht nach der Methode, wel-

che ich bey dem Landshuter Wehr (Tab. 102.) angeordnet habe, in Durchlaſswehre zu verwandeln sind.

Bey solchen Maaſsregeln muſs man demnach die Zeit, in welcher die Entwässerung oder Austrocknung bewirkt werden soll, ungefähr bestimmen, den Abhang, welchen man dem Abzugscanal geben kann, nivellirt haben, seine Geschwindigkeit und die abzuleitende Wassermenge beyläufig wissen. Diese letztere besteht nun eines Theils in dem auf der Oberfläche des auszutrocknenden Bezirkes stehenden Wassers, andern Theils in dem dazu kommenden Quell- und Regenwasser, wovon die zu verdünstende Quantität abgezogen wird. Diese letztere dürfte dem Regenwasser das Jahr über gerechnet, ziemlich gleich seyn. Selbst in Gefässen, worin die Ausdünstung nicht so beträchtlich ist, als im bewegten Wasser der Flüsse und Seen, ist dieser Unterschied nicht groſs. So regnet es z. B. in Holland, nach denen auf Zwaanenburg angestellten Beobachtungen, jährlich 26 Zoll hoch, und die Verdünstung beträgt $22\frac{3}{10}$ Zoll.

In den mehresten Gegenden darf man aber die, während den Sommermonathen stärker eintretende Verdünstung nicht abwarten, sondern man muſs das Wasser gleich nach den Regenmonathen fortschaffen.

§. 10. Wenn der Abzugscanal nicht einen hinreichenden Abhang hat: so kann bey manchem Local dieser Abhang, wie gesagt, dadurch vermehrt werden, daſs man den Canal verlängert, ihn weiter abwärts in den Recipienten einleitet, also von diesem seine Neigung profitirt. Dieser Abhang darf jedoch nicht so groſs werden, daſs die Geschwindigkeit des Wassers so stark werde, um an den Ufern des Abzugsgrabens Einrisse zu verursachen, oder man muſs dessen Wände mit Uferbauten sichern. Hat aber der Fluſs, welcher die abgeleitete Wassermasse aufnimmt (der Haupt-Recipient) eine hinreichende Neigung, um den Abzugsgraben auf dem kürzesten Wege in ihm einzumünden, desto besser: denn so wird viel erspart!

§. 11. Bildet ein kleiner Fluſs oder Bach, den Abzugscanal, so ist die Entwässerung des Sumpfthales leicht möglich, selbst wenn der Bach zu wenig Abhang und Gröſse hat, denn man kann dessen Krümmen durchgraben, sein Bett reguliren, vertiefen und verlegen, nach ihm aber die Seitengräben hinführen, die Quellen des Sumpfes abbohren und in die Nebengräben leiten. Wie manches Sumpfthal könnte nicht auf diese Weise in die beſsten Wiesen verwandelt oder zu Ackerland gemacht werden: wenn nur nicht die Müller überall zu hohe und der Agricultur schädliche Wehre hätten!

§. 12. Ich will hier nun dasjenige anführen, was bey diesen Methoden zu berücksichtigen ist. Der Hauptabzugscanal oder Entwässerungsgraben muſs in den tiefst liegenden Theil, und wo möglich in der Mitte des zu entwässernden Bezirkes mit einem gleichförmigen Abhange (I. B. S. 20.) geführt, folglich nicht mit Wasserrädern belegt werden. Er muſs ein hinreichend groſses Profil erhalten, um das sämmtliche

aus dem Bezirk gezogene Wasser aufzunehmen und abzuführen. So haben z. B. in Holland die Hauptentwässerungscanäle eine Breite von 24 bis 48 Fuſs; die mittlern von 12 bis 24 Fuſs und die kleinsten von 6 bis 12 Fuſs. Die erstere beträchtliche obere Breite ist jedoch nur daselbst rathsam, wo diese Canäle geringen oder keinen Abhang haben. In den mehrsten Fällen wird man mit der Breite von 12 bis 24 Fuſs für den Hauptcanal und mit 6 bis 12 Fuſs für die mittlern Gräben, so wie mit 3 bis 6 Fuſs für die kleinsten auskommen können. b) Die Seitenwände dieser Canäle müssen eine solche Böschung erhalten, damit sie nicht nachfallen. Im losen Grunde mag sich (nach der Erfahrung) die Basis der Böschung zur Höhe wie 3 zu 1; im Thonboden wie $1\frac{1}{2} : 1$; in der Dammerde wie 2 : 1 verhalten. Es können auch in den Grabenwänden Absätze angelegt werden, um das Herabrollen eines lockern Erdreichs zu verhüten. Man setzt zuweilen bey solchem Boden auch Rasenwände auf, und vermindert alsdann die Böschung, je nachdem die Rasen fett oder lehmigt sind; führt auch wohl aus Balken, Pfählen, Brettern unh Faschinenbau bestehende Wände, ja sogar Steinböschungen auf. Erfahrung und die Beschaffenheit der in der Nähe von Sümpfen befindlichen Materialien, so wie die Natur des Erdreichs und der zu dem Uferbau vorhandene Raum, welcher öfters besonders in Städten und Dörfern klein ist, wird übrigens jedem Ingenieur die beſsten Verhältnisse der Basis von der Böschung zur Höhe, so wie die Bauconstruction bestimmen lassen. Unwandelbare Vorschriften sind darüber nicht zu geben, weil der Boden zu verschieden ist; hier besteht derselbe aus mehreren Erdarten, als Sand und Kies, dort aus Thon, Gartenerde und Steinen u. s. w. Es giebt nämlich auch örtliche Fälle, wobey die Ufer wegen der Nähe der Gebäude oder der Kostbarkeit des Bodens wegen, aus verticalen Mauern oder Balkenwänden gemacht werden müssen, weil es für die Böschungen an Raum gebricht. Auch habe ich darüber bereits im ersten Bande, beym Deichbau, das Nöthige abgehandelt. Im Allgemeinen ist es zweckmäſsiger: die Böschung eher zu flach als zu steil zu machen, denn man ist vielleicht, nach der ersten Anlage der Canäle, genöthigt, dieselben etwas auszutiefen, und dann ist eine groſse Böschung sehr nützlich. Manche täuschen sich beym Auswerfen der Erde und meynen, weil die Wände so gut stehen, daſs sie denselben keine sonderliche Böschung geben dürfen. Kömmt aber der Winter, so friert die Erde oder wird locker, und die Frühlingssonne trennt die einzelnen Erdklumpen noch mehr, indem sie die darin enthaltene Nässe auflöſst; alsdann rollen ganze Stücke in den Graben. Die letzte Arbeit oder ein abermaliges Abgraben der Seitenwände kommt dann oft höher zu stehen, als wenn gleich anfänglich der Grund seitwärts geworfen und eine zweckmäſsige Böschung abgestochen worden wäre. Wird der Fehler aber nicht verbessert, so ist die ganze Entwässerung zweckwidrig!

c) Zuweilen müssen die sich in den Haupt-Recipienten einmündenden Entwässerungsgräben, vor ihrer Vereinigung mit diesem, in hölzernen oder gemauerten Ge-

rinnen (schuttgerinnen) geführt werden, wenn sie nämlich über ein tief liegendes Land laufen und viel steingerölle führen; mit diesem würden sie nämlich das Land bedecken. Besonders sind solche Gerinne, die aus Holzwänden gemacht werden, bey der Abführung der wildbäche und Bergwässer nothwendig: denn diese breiten sich, am Fuſse der Berge, über groſse Bezirke aus, wenn sie anschwellen. Dieselben müssen daher, wenn sie in den Hauptrecipienten zu viel Material führen, welches sein Bett dergestalt erhöhen würde, daſs er das Sumpfwasser nicht aufnehmen könnte, bereits in den Bergschluchten durch *Thalsperren* abgebaut werden, hinter denen ihr Material liegen bleibt, oder in schuttgerinnen über den Entwässerungs-Canal zugeführt, dann aber dem Hauptrecipienten zugewiesen werden.

Eine *Thalsperre* besteht aus übereinander geworfenen Bäumen, an denen man die Aeste läſst, aus Faschinendämmen oder aus Mauern, aus einer Balkenwand oder mehreren solchen wänden, wo alsdann die dazwischen gemachten Räume mit groſsen steinen, Kiesel oder Mauerwerk ausgefüllt werden und wodurch eine Dammkiste entsteht.

§. 13. Ist die Richtung und Gröſse des Hauptcanals bestimmt, dessen Anfang und Ende, so muſs der Abhang, welcher zwischen dem niedrigsten wasserstande des Haupt-Recipienten und dem künftigen wasserspiegel der Austrocknung, beym Anfange dieses anzulegenden canals, durch wiederholtes genaues Nivelliren gefunden ist, gleichförmig auf die gesammte Länge vertheilt, also dem Bette einen hydrotechnischen Abhang gegeben, d. i. der Abfluſs so viel als möglich befördern werden. S. B. I. S. 20. Dies ist in der That der Hauptgrundsatz bey einem Entwässerungs-Projecte!

Soll nun zur Anlage des Entwässerungs-Grabens geschritten werden, so ist dessen Boden, in der Nähe des Haupt-Recipienten, um diesem seine Tiefe (unter dem niedrigsten wasserstande) abzustecken, und hiermit wäre sein Endpunct bestimmt. Diese Tiefe muſs der Abzugscanal bey dem Hauptrecipienten haben, wenn sein Gefäll hinreichend groſs, und wenn die Entwässerung so wie die Auswässerung in den Recipienten, durch diesen seine Anschwellung, nie gehemmt werden soll. Es muſs also der Entwässerungscanal so weit abwärts als möglich in den Hauptrecipienten eingeführt werden.

§. 14. Fehlt diesem Canal aber ein hinreichender Abhang, wenn er nach dieser Bestimmung ausgehoben würde: so muſs eine Bedeichung des zu entwässernden Bezirkes vorgenommen, eine schleuse und eine das Sumpf- oder Binnenwasser in das höher liegende Bassin aufwerfende Maschine angelegt werden. Aus diesem Bassin oder aus diesem *sammelteich*, den die Holländer *mahlbusen* nennen, weil darin das wasser der Canäle durch Maschinen aufgefördert (aufgemahlen) wird, tritt dann das wasser durch eine Schleuse in den nahen Fluſs oder ins Meer. Diese Schleuse ist nothwendig, weil sie die äussere Hochgewässer von dem sammelteiche abhält. Man nennt im Allgemeinen eine solche Schleuse, *Auswässerungs-* oder *Auswässernde-Schleuse.*

§. 15. Der künftige Wasserspiegel am Anfangspuncte des Entwässerungscanals muſs, je nachdem der Sumpf fest oder porös und quellicht ist, hoch oder niedrig, jedoch immer einen bis vier Schuh unter der Basis des Sumpfwassers angenommen werden, damit der Canal dasselbe an sich ziehe! Relativ wird diese Bestimmung immer seyn und bleiben; so lange man nicht a priori wird berechnen können, wie viel das Wasser in dem Canal, nach der erfolgten Entwässerung, fallen muſs; und solche Berechnungen werden die Quellen u. d. gl. nicht genau zulassen! Es könnte also der Fall eintreten, daſs man den Entwässerungscanal noch in der Zukunft vertiefen müſste, und in dieser Hinsicht ist es rathsam, den Anfangspunct seiner Sohle tiefer zu legen, als es die gemachten Untersuchungen für nöthig halten. Diese Vorsicht kömmt auch bey den nachherigen Aufräumungen der Gräben gut zu statten. Die möglichst tiefste Lage ist daher auch für den Endpunct der Sohle des Canals oder für den Boden der Entwässerungs-Schleuse, zu wählen.

§. 16. Wiewohl bis jetzt keine genugthuende Theorie bekannt ist, nach welcher sich aus der Neigung des fliessenden Wassers oder aus dem Abhange des Bettes, worauf es strömt, die Gröſse der Geschwindigkeit berechnen lieſse: so kann doch nach der Erfahrung beyläufig die Gröſse desjenigen Abhanges eines Entwässerungscanals bestimmt werden, bey welchen eine solche Geschwindigkeit erfolgt, die das Aufschliessen oder Wachsen der Wasserpflanzen im Canal nicht gestattet, und dieses ist eigentlich derjenige Abhang, den man wenigstens, wenn es möglich ist, den Entwässerungscanälen stets geben sollte. Er verhält sich nach meiner Erfahrung zur Länge wie 3400 zu 1.*), im Fall der Canal eine Tiefe von 2½ Schuh hat, und 12 bis 24 Schuh breit ist. So habe ich z. B. die Neigung des *Landgrabens* im Groſsherzogthume *Hessen* (Tab. K.), den ich in der Folge erwähnen werde, in einigen Theilen so gefunden, daſs sie sich zur Länge wie 1 : 3530 verhielt, und es waren in diesem Bezirke, wo er eine hinreichende Tiefe hatte, wenige Wasserpflanzen anzutreffen. An andern Stellen, worin sich die Neigung zur Länge wie 1 : 2623 verhielt, und das Wasser 6, 5 Zoll Geschwindigkeit in der Secunde hatte, wuchsen in diesem Landgraben gar keine Wasserpflanzen, nämlich da, wo seine Tiefe zwey Schuh sechs Zoll betrug. Sechs Zoll Geschwindigkeit sollte man also solchen Entwässerungsgräben zu geben suchen, wenn das Gefäll des Terrains, d. i. der Abhang seiner Sohle, es gestattet. Wo das nicht ist, da wird man die Neigung verkleinern müssen. Bey den Auswässerungs-Anstalten ist es rathsam, diese Neigung zu vergröſsern: denn dabey führen öfters die obern Queerschnitte des Abzugscanals, welcher seitwärts seiner ganzen Länge nach das Wasser aufnimmt, weniger Wasser als die untern, und die Bewegung des Wassers im Canale muſs daher

*) Bey dieser Bestimmung nehme ich an: daſs der Abhang gleich der Neigung sey; also die Oberfläche des Canals mit dem Bette parallel läuft, welches auch bey solchen regulairen Gräben, die jährlich ausgeräumt werden müssen, der Fall seyn wird.

gröſstentheils von dem Abhange des Entwässerungscanals bewirkt werden; bey der Austrocknung führen hingegen die obern Queerschnitte stets eine gröſsere Wassermenge als die untern; mithin üben die obern Queerschnitte auf die nächstfolgenden einen gewissen Druck aus, und so wird die Geschwindigkeit durch diesen Druck, als die wesentlichste Ursache der Bewegung des Wassers B. I. S. 30., befördert. Die Austrocknungscanäle und Wasserleitungen bedürfen daher einen weit geringern Abhang und Neigung als ein Entwässerungs-Canal. So hat z. B. die Wasserleitung, welche den Canal von Briare speiſst, eine Neigung, die sich zur Länge verhält wie 1 : 1200. (Perronet II. p. 39.). Auf dem Harze gibt es Wasserleitungen, wobey sich jene zu dieser wie 1 : 1920, wie 1 : 3840 und wie 1 : 7680 verhält. S. Lempens Maschinenlehre. Bey der Wasserleitung, die das Trinkwasser nach London führt, und die von Middleton auf seine eigene Kosten im Jahre 1608. angelegt wurde, ist dieſs Verhältniſs wie 1 : 4514. Bey der Wasserleitung von Courpalet, die den Theilungspunct des Canals von Orleans speiſst, ist es wie 1 : 24140. Die Wasserleitung, welche das Wasser in den Teich von Trappe bey Versailles führt, hat einen Fuſs Neigung auf 8000 Schuh Länge. Perronet wollte der Wasserleitung der Yvette, die nach Paris gehen sollte, eine Neigung zur Länge wie 1 : 4800 geben; er rechnete für die Geschwindigkeit des Wassers einen Schuh in der Secunde, und zwar noch bey dem kleinen Queerschnitt des Canals.

Hat man aber groſse Canäle zur Abzapfung des Wassers zu machen, so werden diejenigen Messungen, welche ich von dem Maynfluſs bey Frankfurt — als ich auf Ersuchen des städtischen Kornamtes, wegen der Verbesserung der Kornmühlen und des Maynflusses, um Rath gefragt wurde — angestellt habe, so wie die von Brünings angestellten Messungen nicht unwichtig seyn; ich will einige davon anführen. Wo die Geschwindigkeit bis auf einen Schuh tief unter der Oberfläche des Mayns, im Stromstrich 3,06 Fuſs ist, da verhält sich die Länge zur Neigung wie 2940 : 1, wo sie 2,45 Fuſs betrug, da war das Verhältniſs wie 3125 : 1. Die Geschwindigkeit im Pannerdenschen Canal (Tab. 14.) war 4,18 Fuſs, und die Neigung verhielt sich zur Länge wie 1 : 3786; in der Ysselmündung war sie 2,91 Fuſs, und das Verhältniſs der Neigung zur Länge betrug 1 zu 6914. Uebrigens kann man die Neigung in einem solchen Canal, der einen beständigen Zufluſs hat, wie dies der Fall bey den Austrocknungs-Canälen ist, geringer machen, als desjenigen Canals, welcher das Wasser, wie bey Aus- und Entwässerungscanälen der Fall ist, nur seitwärts aus den Sammelgräben nach und nach erhält, weil der Druck der obern Stromsectionen auf die untern bey diesen letztern unbedeutend ist.

§. 17. Wir sehen demnach, daſs man bey den Entwässerungscanälen stets einen gröſsern Abhang als bey den Austrocknungscanälen haben muſs, und daſs ich die Distinction, zwischen *Entwässerung* und *Austrocknung* nicht ohne Grund festgesetzt habe. Man wird daher nach der bewirkten Austrocknung öfters genöthigt seyn, den

Austrocknungscanal, welcher dann den Entwässerungscanal bildet, in seinem untern Theile, zu vertiefen, oder den Lauf des Hauptrecipienten, vermittelst Durchstichen, zu beschleunigen suchen, um durch diese Mittel die Geschwindigkeit des Entwässerungscanals zu vermehren.

§. 18. Also darf man auf dem Entwässerungscanal weder Mühlen, Wehre, noch Wasserkehrungen, welcher Art sie seyn mögen, anlegen, er könne dann die Unterbrechung des Abhanges, in Hinsicht seines großen Falles und seiner tiefen Lage, vertragen, ohne daß dessen Wasser an der zur Entwässerung nöthigen Geschwindigkeit verlöre; daß er also, ungeachtet der Anlagen, die seinen Abhang schwächten, eine hinreichende Neigung behalte, um den trocken zu legenden Bezirk vollkommen zu entwässern. Aber leider ließen Veranlassungen mancherley Art diesem Grundsatze oft entgegenhandeln; ja, es sind Bezirke, die bey der ersten Trockenlegung vollkommen entwässert waren, nachher und zwar durch Vernachläßigung der Grabenaufräumungen, durch Bepflanzungen von Bäumen an den Grabenufern, mit Anlegung von Mühlen und Wehren auf die Hauptcanäle, von Neuem in Moräste verwandelt. So sind z. B. die pontinischen Sümpfe, die zu den Zeiten der Römer nutzbares Land waren, ein schrecklich warnendes Beyspiel für Länder, deren Entwässerungs-Anstalten von Jahr zu Jahr schlechter werden!

§. 19. Um die Entwässerung gut zu erhalten, d. i. die Auswässerung zu bewerkstelligen: müssen alle Gräben von Schilf, Moder, Rohr und dergleichen gereiniget werden, wenn es nöthig ist, weil dieses Material die Geschwindigkeit des Grabenwassers d. i. den Abzug des Sumpfwassers verringert. Das aufgeworfene Material wird gleich von den Grabenwänden 12 bis 24 Fuß entfernt, damit der Regen es nicht wieder in den Graben hineinschwemmt. Erst wenn es verfault und ausgefroren ist, bringt man es auf die Wiesen, als Dünger! Wo man es aber auf die Ufer der Gräben hinwirft und liegen läßt, da sind die Anstalten schlecht; da ist kein Sinn für die Agricultur; da verkennt man die Beförderungsmittel des Wohlstandes *). Der Hauptgraben sollte in dieser Hinsicht nicht mit Bäumen besetzt seyn, wenn er nicht wenigstens mit 1½ Schuh Geschwindigkeit in der Secunde fließt, weil das Laub, bey einer geringen Geschwindigkeit, ihn erhöht und den Abfluß des Wassers hemmt. Auch die dem Wasser einen Widerstand darbietenden Wurzeln haben diesen Erfolg; ja die Wurzelsprößlinge senken sich nicht selten in das Wasser hinein und hemmen dessen Geschwindigkeit. Bey den Gräben, die einen hinreichenden Abfluß haben, sollten daher die Bäume, ihrer Wurzeln wegen, wenigstens acht Schuh von den Grabenwänden entfernt stehen. Auf den Grabenufern und Wänden müssen also nur von den rothen Saalweiden und andern Weidengattungen gesetzt werden, wenn die Ufer nicht

*) Zu den Graben-Aufräumungen bedient man sich mit Vortheil des auf Tab. 91. bey A, B und C abgebildeten Spatens.

für sich haltbar sind, und der Weidenwuchs sie haltbar machen kann. Man wird auch manches Grabenufer durch bloſse Belegung und Anheftung mit Wippen (S. I. B. S. 246.) mit solchen Weiden erhalten.

§. 20. In den Austrocknungs- und Entwässerungscanal münden sich mehrere das Wasser ableitende Nebengräben ein, die man *Zuleitungsgräben* nennt, weil sie dem Hauptcanal das Wasser zuführen. Flieſsen diese nun mit anmerkungswerther Geschwindigkeit, etwa zwey Schuh in der Secunde oder schneller, so müssen sich diese letztere mit den Abzugsgräben unter einem spitzen Winkel vereinigen, und ihre Wände bey dem Vereinigungspuncte gekrümmt seyn, damit der Abfluſs nicht verzögert werde. Wo aber die Geschwindigkeit äusserst geringer ist, also der Vereinigungs-Winkel doch keinen Einfluſs hat, und die Gräben eine ansehnliche Weite haben (denn diese muſs gröſser seyn bey geringer Geschwindigkeit S. I. B. S. 31.), da mag diese Vereinigung immer unter einem rechten Winkel, aber nie unter einem stumpfen Winkel statt finden.

§. 21. Die Anzahl, Gröſse und Tiefe der Zuleitungsgräben hängt ab: von der Abhängigkeit oder der horizontalen Lage des zu entwässernden Bezirkes, wonach sich die Geschwindigkeit des in ihnen flieſsenden Wassers richtet; 2) von der Wassermenge, welche abgeleitet werden muſs, und 3) von der Beschaffenheit des Bodens, über welchen man sie hinführt. So sind z. B. in eine Lehm- oder Klayboden mehrere Zuleitungsgräben nöthig als im Sandboden, weil der letztere das Wasser einsaugt und durchläſst, wenigstens so lange, bis ihre Sohle mit Schlamm bedeckt, bis also die Entwässerung vollführt ist: denn es legt sich in wenig Jahren überall in solchen Gräben Schlamm an, der den Durchgang des Wassers verhindert. Sie müssen übrigens einige Schuhe unter dem Wasser, welches in der obern Erdschichte des Entwässerungsbezirkes steht, gelegt werden, eher noch tiefer als höher.

§. 22. Ist es nöthig, den Abfluſs des Wassers in den Hauptcanälen auch bey einer Austrocknungs- oder Entwässerungs-Anstalt *) bey strenger Kälte zu erhalten, so lasse man es beym Eintritt des Frostes in die Canäle hinein und staue es auf. Alsdann wird sich eine Eisdecke erzeugen, und wenn sie haltbar genug ist, so lasse man das Wasser unter ihr fallen, indem die Aufstauung weggenommen ist, so wird es unter der Eisdecke frey flieſsen, und die Entwässerung ist nicht aufgehoben. Ein anderes Mittel ist die Bedeckung des Grabens mit Hölzer; mit Wachholder- und anderes Strauchwerk und Erde darüber. Auch wird man sich bey manchem Locale der Röhren und Gerinne bedienen, wenn aus einem Bezirk, wodurch der Entwässerungsgraben gehen müſste, nicht das Grund- und Sumpfwasser selbst abgezogen, sondern nur das Wasser durchgeleitet werden soll.

*) Ich sage in den *Hauptcanälen*, weil in groſsen Bezirken der Art mehrere solche Hauptgräben oder Canäle gegraben werden müssen; von denen einige das Sumpf- andere aber das Bergwasser abführen.

§. 23. Es darf wohl nicht erinnert werden, daſs alle dergleichen Grabenarbeiten von unten auf angefangen werden müssen, um sich das Wasser nicht auf seine Arbeiten zu leiten. In gleicher Absicht muſs anfänglich zwischen dem Recipienten und dem Abzugscanal ein Erdsaum stehen bleiben, den man zuletzt durchgräbt. Auch wird man zuweilen genöthigt werden, das Wasser mit Maschinen aus solchen Canälen zu schöpfen, um ihre Sohle hinreichend tief legen zu können.

Sowohl bey dem Ausheben der Gräben als der Schlamm-Räumungen wird es bey manchem Locale nothwendig werden: den auszuhebenden Grabenbezirk in verschiedenen Abtheilungen, entweder mittelst Erddämmen oder einzuschlagenden Planken- und Schaalwänden, oder mit Strohdämmen abzuschlieſsen. Dann wird das in der in Arbeit genommenen Abtheilung sich gesammelte Wasser mit der Schwungschaufel (Tab. 91. Fig. 18.), der weiche Morast aber mit dem Handbügel (Fig. 32. Tab. 100.) und der festere Schlamm mit dem Spaten (Fig. A Tab. 91.) ausgeworfen. Vor der Erndte sollen diese Arbeiten angefangen werden; aber in Sümpfen muſs man dieselben in der trocknesten Jahrszeit und vorzüglich im Herbste, um die Fieber verursachenden Ausdünstungen zu vermeiden, verrichten.

§. 24. Nach Verlauf eines Jahres wird die Erfahrung lehren: ob eine hinreichende Anzahl von Gräben angelegt ist; denn bey keinem Locale lassen sich alle Umstände, als Quellen, die Masse des Sumpfwassers und die poröse oder festere Beschaffenheit des Bodens, in Rechnung bringen. Oefters wird man sich später zur Aushebung noch mehrerer Gräben entschlieſsen müssen!

§. 25. Werden die Gräben durch einen schwebenden Morastboden oder Triebsand — worin die Ufer nicht stehen bleiben, sondern durchsinken oder nachschiessen, und worin die Gewässer anfänglich verseigen — geführt, so finden zwo Nachtheile statt: ihre Leitung selbst und dann ihre tiefere Lage. Es müssen also diese Gräben wenigstens um das Doppelte ihrer nachherigen Breite und Tiefe ausgehoben seyn; also muſs man auf das Nachsinken rechnen. Ist das geschehen, so verfertigt man schnell ein Buschbett nach Art des Faschinenbaues, mit gespreiteten Busch, Wippen, Pfählen, und macht auf der obern Lage Verzäunungen. Dasselbe kömmt nicht nur auf das Bett des Grabens, sondern auf die schrägen Seitenwände zu liegen. Ist es vollendet, so werden darauf Feldsteine, Ziegelgraus, Mauerschutt, Kieselsteine oder Grand, was man zum besten haben kann (noch besser lebendiger Kalch und Kiesel) geschüttet. Von diesem Beschwerungsmaterial mag die untere Lage aus Thon oder Lehm bestehen, um das Durchseigen des Wassers zu hindern. Mit dieser Arbeit fahre man so lange fort, bis das Werk den Boden so stark belastet, daſs es nicht mehr nachsinkt *). Da die Stücke, welche auf diese Weise mit einem Mahle ausgehoben

*) *Johnstron* räth in seiner Schrift (über das Austrocknen der Sümpfe) Rasen auf Triebsand zu legen. Mir scheint diese Methode nicht hinreichend, weil Rasen von dem Triebsand weggedrückt werden, indem sie ihn nicht genug belasten oder niederhalten.

und verfertigt werden, kurz seyn müssen, so wird die Erfahrung von ein Paar Tagen hinreichend seyn, um die beste Weite des Grabens und die Dicke des Werkes so wie die einzelnen Lagen, zu bestimmen. Wo der Grund sehr schnell nachstürzt, da mag man ein *Flechtwerk* in der Nähe des auszuhebenden Stückes in Bereitschaft haben, und es ohne Zeisverlust mit Material beschweren. Dasselbe kann auch (wo mehr Schilf, als Holz wächst) von Schilf und Binsen oder Rohr verfertigt werden. Einige bedienen sich auch der Planken zu den Seitenwänden und Bohlen zur Sohle der Gräben, die aber sehr kostbar sind, und keine Dauer versprechen *), aber dennoch daselbst nothwendig werden, wo zu den Abzugscanälen wegen den Gebäuden, Gärten und andern Hindernissen, für grofse Böschungen nicht Raum ist. Ohne Noth wird sich der Ingenieur ihrer nicht bedienen: denn es ist mifslich, in *solchen* schwebenden Boden Pfähle einzuschlagen, weil sie wieder emporsteigen. Sind solche Pfahl- und Spundwände (also perpendiculaire Wände) im Morastboden des engen Raumes wegen nothwendig; so mache man doch zuerst einen Faschinenbau und ramme dann die Pfähle oder Spundplanken durch diesen Bau.

Damit die Seitenwände des weichen oder Sandbodens wegen nicht nachsinken, so müssen die längsten Pfähle einer solchen Pfahlwand, worin Pfahl an Pfahl steht, auf sechs bis zwölf Fufs Abstand eingerammt und über den Graben hin mit Queerbändern oder sogenannten Holben verbunden werden. Zur Sicherung des Bodens und der Wände, solcher im Torf und weichen Boden zu treffenden Vorkehrungen kann man sich auch der zur Schiffahrt unbrauchbar gewordenen plattbodigen Fahrzeuge bedienen, welche den Boden und die Wände des Canals zugleich bilden werden.

Was die durch den Torfboden zu führenden Austrocknungscanäle anbetrifft, so stürzt solcher Boden, ungeachtet seiner Porösität, nicht so leicht ein, wie es sich Einige vorstellen. Ist er erst mit Wasser gesättiget, so hält er dichte, denn man hat sich des Torfes in neuern Zeiten, in Holland, zum Stopfen der Oefnungen in Schleusenböden bedienen wollen, und zum Uferbau am Haarlemer-Meer (B. I. S. 540.) mit gutem Erfolg wirklich bedient. Mann kann auch den Torf oder die Schlammerde mit Kies vermischen, woraus eine Art *Pisè*, das ist eine schwarze Erdgattung oder Moorerde entsteht, die eine feste Masse gibt und erhärtet. Auf diese Weise lassen sich also die Grabenufer in Torfboden mit Kiesel-Anschüttung haltbar machen.

Bey schwebenden Sand- und Moorstellen kann man auch die Erlen-Rundhölzer anwenden, sowohl um solche horizontal hinter perpendiculair oder schräg eingerammten Pfählen zu legen, als vertical einzuschlagen; selbst durch ein gelegtes Buschbett.

*) Man kann die Plankenwand auch wieder wegnehmen, wenn hinter ihr die Aushebung des Grundes und die Ausfüllung mit dem Faschinenwerke vollendet ist. Auf diese Weise kann man die Planken zu vielen Stellen nach und nach gebrauchen.

Wo der Boden nachgiebt, aber doch nicht zu morastig ist, da kann man die Wände und das Bett des Canals mit Bruchsteinen, Ziegelgraus, Mauerschutt oder Kieselsteinen beschütten, und man wird seinen Zweck erreichen; eine Methode, die auch Brindley an einigen Stellen des Canals von Bridgewater angewendet hat. Zuweilen wird man gut thun, ehe dieses Material gelegt wird, eine aus einer Buschlage zu verfertigende Uferdecke (S. I. B. S. 268.) zu machen und darauf erst dasselbe zu schütten.

§. 26. Da wo dem Haupt-Abzugsgraben hohe Berge entgegen stehen, wird man genöthigt seyn, Stollen zu führen, ja Felsen zu sprengen, und ich verweise deswegen auf die Canalbaukunde. Die Römer haben uns eine merkwürdige Arbeit in der Wasserleitung aus dem Lacus Fucinus in Italien geliefert.

§. 27. In einigen Gegenden wird es nothwendig, die Flüsse, welche sich in die zu entwässernde Bezirke ergiessen, zwischen Dämmen von Lehm, Thon oder Dammerde, oder zwischen Faschinenbauten, Mauern und von Steinen aufgesetzten Dämmen, oder in hölzernen Gerinnen zu führen, und über den Abzugscanal, mittelst eines gemauerten oder hölzernen Aquäducts, zu leiten. Ihre Anlage ist zum Theil im 1sten Bande beym Deichbau gelehrt, und beym Canal- und Wasserbau kömmt das weitere vor.

§. 28. Wenn ein zu entwässernder Bezirk oberhalb eines Sumpfes, der aus Triebsand besteht, liegt, und der nicht trocken gelegt werden soll, weil es öconomisch nicht vortheilhaft ist; der Entwässerungsgraben aber nicht anders als durch diesen Sumpf gehen kann: so wird statt des Grabens eine Röhrenleitung oder ein oberirdisches Gerinne gelegt, damit das Wasser nicht in dem Sumpfe stehen bleibt, und endlich in den trocken gelegten Bezirk zurücktritt oder dessen Auswässerung stört. Die Röhrenleitung kann aus gebranntem Thone bestehen, weil das Holz im Sumpfwasser bald fault; das Gerinne, wenn es klein ist, kann gleichfalls von Thon gebrannt, und die Stücke übereinander geschoben, die Fugen mit Bley belegt oder mit Trafsmörtel bestrichen werden. Oefters wird man auch hölzerne Rinnen und Röhren oder eiserne Röhren anwenden! Das Unterlager wird dann von Holz oder Pfählen gemacht werden müssen, damit die Röhren nicht in den Sumpf hineinsinken.

§. 29. Zuweilen kann man das in den Sumpf eintretende Wasser oberhalb demselben seitwärts, durch Gräben und Gerinnen, in fliefsende Gewässer abführen. Auch wird man vielleicht genöthigt seyn, von dem Entwässerungsgraben mehrere kleine Gräben seitwärts früher nach dem Recipienten abgehen zu lassen, als sie sich vereinigen, weil die Profile des Entwässerungsgraben, der Localität wegen, zu klein sind. Man mufs ihm also von der Wassermasse etwas zu nehmen und so die Entwässerung zu befördern suchen; die kleinen Gräben heifsen deswegen *Ableitungsgräben.* Sie dienen bisweilen zugleich zur Entwässerung anderer Nebenbezirke, indem man sie ihres kleinen Profiles wegen mit weit geringern Kosten weiter abwärts in den

Recipienten führen kann, als wenn man den Entwässerungscanal verlängern, mithin mehr Abhang und Geschwindigkeit geben wollte.

Vor der obern Mündung dieser Ableitungsgräben müssen Stauschütze angelegt seyn, wenn sie, blos beym hohen Wasserstande des Hauptgrabens, das Wasser abführen sollen; ja, man bestimmt die Höhe der Stauschütze und ihrer Schwellen, nach Maafsgabe das Wasser im Hauptgraben stehen kann, ohne für die Entwässerung oder auch für die Schiffahrt auf dem Hauptcanal, nachtheilig zu seyn.

§. 30. Da, wo aus den Eis- und Schneegebirgen, d. i. aus den *Gletschern*, die man in Tyrol *Ferner* nennt, viel Schneewasser fliefst, wird der Ingenieur genöthigt, dieses Wasser längs denen von einer Seite den Sumpf begränzenden Anhöhen, in offenen Gräben oder über die tiefsten Stellen der Austrocknung, in hölzernen Gerinnen oder Rohren, abgesondert, zu führen, weil dieses Wasser die Gräsereyen verdirbt, welches überall, wo Gletscher sind, sich ereignet. Eben diese Maafsregel mufs bey denjenigen Bergflüssen statt finden, welche während Regengüssen viele *Steine* und *Kiesel* führen, weil daraus ein unfruchtbarer Boden entsteht. Sie müssen also dem Recipienten, ohne Nachtheil der bereits ausgetrockneten Bezirke (also in abgesonderten Gräben oder Gerinnen), zugeführt werden.

§. 31. So abwechselnd nun das Local ist, eben so verschieden sind die Maafsregeln; diese müssen daher nicht nur wissenschaftlich, sondern auch öconomisch wohl erwogen werden! Moräste, die aus Quellen entstehen, wenn Bäche in den ihnen nahe liegende Sandschichten verseigen, sind z. B. anders zu behandeln, als solche, in denen das Wasser, welches in den obern Erdschichten und auf der Oberfläche steht, keinen Abflufs hat. Bey Trockenlegung derselben müssen an diesen ihrem Rande durch Grundbohrungen die Erd- und Sandlager entdeckt werden, durch welche die unterirdischen Gewässer durchseigen. Alsdann ziehe man längs einem solchen Morast über die Sandlager hin einen Graben und mache in denselben Bohrschächte, wo die Probebohrungen sie als zweckmäfsig gezeigt hatten. Fallen die Bohrlöcher bald zu, so setze man darin Röhren, lege um dieselben in den Graben Steingraus, und versehe die Oefnung mit einem Drahtgitter oder mit einem hölzernen Stöpsel, worin Löcher gebohrt werden. Von diesen Bohrschächten ab führe man alsdann Abzugsgräben in den nächsten Flufs oder Bach, und vereinige diese *Fangegräben* des Quellwassers erst am Ende des Morastes mit dem Haupt-Abzugscanal, um den erstern den möglichst gröfsten Abhang, also die möglichst gröfste Geschwindigkeit zu geben. Finden sich auch Quellen in der Nähe dieses letztern, so suche man sie gleichfalls, durch Grundbohrungen, zu Tage, in ihm aufsteigen zu machen.

In England hat z. B. *Elkingston* durch Abfangung der Quellen viele Moräste ausgetrocknet, und eine Prämie von eilf tausend Gulden für diese Methode erhalten! Zuverläfsig bedarf sie auch keiner Fürsprache, wenn erwogen wird, dafs da, wo die Quellen die Ursache eines Morastes sind, die Gräben das in der obern Erdschichte

und auf der oberfläche stehende wasser nicht entwässern können, weil sie ja nicht die wahre ursache der versumpfung aufheben, d. i. die quellen nicht abfangen. Der Graf von *Podewils* hat sich daher durch seine uebersetzung des *John Johnstons* Abhandlung über das Austrocknen der sümpfe und Entwässerung kaltgründiger Aecker, nach der neuesten von dem Herrn Elkingston entdeckten verfassungsart, mittelst Abfangen der quellen, um den Ackerbau verdient gemacht. Diese schrift zeigt die verfahrungsarten umständlich, welches der Plan dieses werkes nicht erlaubt, und ich verweise deswegen den Leser, welcher solche Bezirke entwässern will, auf dieselbe *).

§. 32. *Die Entwässerung kaltgründiger nasser Ländereyen* werde ich daher nur kurz berühren. a) Steht das wasser auf der oberfläche, so lege man offene Gräben an, und zwar nicht von den Bergen gerade herunter, sondern in schräger Richtung, damit *ein* Graben einen gröfsern Bezirk trocknen mache. Auf der Ebene führe man die Gräben in den tiefsten stellen, in hinlänglicher Anzahl, mit hinreichender Breite und Tiefe. b) Wo der Erdboden aus Lehm und Thon besteht, und er das wasser nicht durchläfst, auch die Nässe tief eingedrungen ist, da lege man bedeckte Gräben mit Holz, steinen und Bufch an; schütte darauf zwey Schuh hoch Erde oder Kies, damit das vieh nicht durchtrete. Auch die Grabenflur wird man öfters befestigen müssen, damit das wasser in den Boden nicht eindringe. Dies kann mit Feldsteinen, Holz, Busch, stroh und schilf, wenn letzteres geflochten ist, bewerkstelliget werden, je nachdem der Boden beschaffen ist. Besteht die Grabenflur aus festem Thon- und Klayboden, da kann man sich zur Auspflasterung, der steine bedienen; wo sie aus porösem Boden besteht, wird man sie mit Lehm, Thon, Kiesel und Mauerschutt ausfüllen. c) In einigen kaltgründigen Aeckern kann schon, mittelst einem grofsen Hackenflug, zu ziehende wasserfurchen viel geholfen werden, und diese sollten nie fehlen **). Auch wird es nöthig seyn, wo quellen sind, Grundbohrungen zu machen und zu verfahren, wie oben gezeigt wird. In keinem Lande habe ich mehrere Abzugsgräben in kaltgründigen Ländereyen angetroffen, als in Mecklenburg. Sie haben mir bey der Aufnahme dieses Landes viel zu schaffen gemacht! Ohne dieselben würde Mecklenburg, als ein kaltgründiges Land, nicht die Hälfte Korn tragen. Und so wie der angehende Oeconom in diesem Lande viel lernen kann, wird er auch über die ziehung der Gräben manche nützliche Erfahrung sammeln, ja! vieles aus-

*) In des Pr. G. O. B. Rath Zitelmanns Abhandlung, in der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend 1. B. sind auch manche nützliche Vorschriften und historische Notizen enthalten, wie auch in der practisch öconomischen Wasserbaukunst für Beamte u. s. w. von Scheyer. Insbesondere sind diese Schriften wegen der Bewässerung nützlich.

**) Den *Hackenflug* kann man auch zum Aufreissen der Erd-Oberfläche, da wo Gräben angelegt werden sollen, mit grofsem Vortheil gebrauchen. Warum derselbe im Kriege zur Zerstörung der gewöhnlichen unchaussirten Strafsen nicht angewendet wird, ist mir unerklärbar. Doch die einfachen Mittel finden selten Eingang!

geführt finden, was uns die englischen Schriftsteller, als nur in England angewendet, angepriesen.

§. 33. Bey der *Entwässerung* ist noch zu bemerken: wenn die nahen Flüsse zuweilen höher als der zu entwässernde Bezirk stehen: a) dafs man einen solchen Bezirk (ohne die Anwendung von Maschinen) nur entwässern kann, wenn der Flufs niedriger als der Boden des Bezirkes liegt, dafs man ihn also gegen den hohen Strom mit einem Damm beschützen, und in diesem Damm Entwässerungsschleusen, (Siele) von denen noch in diesem Bande gehandelt werden soll, anlegen mufs. Am Niederrhein nennt man im Allgemeinen einen mit Dämmen von diesem Flufs abgeschlossenen Bezirk einen Polder (S. I. B. S. 562.). Liegt derselbe an der See, so heifst er *Seepolder*. Liegt an dem Bezirk eine niedrige Landschaft, so ist man genöthigt, auch gegen diese einen Deich aufzuführen, und so den Bezirk ganz zu umdeichen. Dieser letztere gegen das Land liegende Damm oder Deich (*Landdeich* S. I. B. S. 539.) erhält die Höhe der höchsten Eisfluthen oder Wasserfluthen; da wo er dem Angriff des Stromes ausgesetzt ist, mag er zwey bis drey Schuh über dieselbe hinüberragen. b) Zur Erhöhung der Wiesen wird der vor dem Hauptdeich gezogene Damm, der sie gegen die gewöhnlichen Sommerfluthen schützt, und daher Sommerdeich oder Sommerdamm heifst, nur so hoch, als diese Fluthen steigen, angelegt, damit das Winterwasser in die Wiesenbezirke eintreten könne. Die 13 und 14te Kupfertafel zeigt dieses sehr deutlich, worauf mehrere Haupt- und Sommerdeiche angetroffen werden S. I. B. S. 575. Das Winterwasser bringt beym ersten anhaltenden Thauwetter viel Schlamm, erhöht und befeuchtet den eingedeichten Bezirk, d. i. den Flufspolder. Da ich jedoch die Aufführung der Dämme im 1sten Bande gelehrt habe, so bemerke ich hier nur: dafs man, um dem über die Sommerdiche strömenden Wasser ein Gleichgewicht entgegen zu stellen, die darin liegenden Schleusen beym wachsenden Strome öfnen müsse. Das so eintretende Wasser füllt also den Polder nach und nach, und bringt ihm, wie gesagt, eine Menge Schlick oder fette Erde. Fällt dann der Flufs unter das Niveau des Wassers der Innern-Canäle, so kann in diesen das Wasser nicht länger stehen bleiben, ohne den Wiesen und Ländereyen Nachtheil zuzufügen. Es werden daher die Schütze der Schleusen wieder geöfnet, also der Polder trocken gelegt. Der äussere Graben vor dem Siel oder der Schleuse, nach dem Flufs gehend, wird das *Aussentief* genannt. Er mufs sich mit dem Flufs unter einem spitzen Winkel vereinigen, damit darin der Abflufs des Wassers befördert werde, und der Strom nicht gegen die Schleuse anstaue. Dieser Graben mufs von der Natur feste oder künstlich gesicherte Ufer haben, und tiefer als die Sohle der Schleuse liegen. Diese mufs eine hinreichende Weite haben und tief genug liegen *), um die

*) Welche Weite mehrere Auswässerungs-Schleusen in Holland haben, und wie tief ihr Drempel unter der Fluth liegt, dies findet der Leser in dieser Abtheilung.

wassermasse des Bezirkes durchzulassen, oder es müssen öfters mehrere Schleusen der Art in einem und demselben Polder angelegt, und wo möglich von Steinen erbaut seyn, damit sie nicht eingerissen werden und Deich-Durchbrüche veranlassen. Auch wird es öfters nöthig seyn, sie zum Durchlassen der Fahrzeuge groſs genug zu machen, dann aber die Vorrichtung zu treffen, daſs das Schütz hoch genug aufgezogen werden kann. In manchen Fällen wird man genöthigt seyn, Stemmthore, ja Kammerschleusen, anzulegen. Doch von dieser ihrer Construction handle ich beym Schleusenbau.

Der Abwässerungsgraben und das Aussentief muſs ein gröſseres Profil als die Schleuse haben, damit der Zu- und Abfluſs des Wassers befördert wird. Auch muſs die Schleuse, wo möglich, der anbrandenden See, vermittelst Höfter und Fluththore, dem Angriff des Stromes aber durch Vorland oder Dämme und Bauwerke entzogen werden. Der von ihr zum Fluſs hin gehende Canal (das Aussentief) muſs sich mit dem Flusse unter einem spitzen Winkel vereinigen, damit das Binnenwasser durch die Schleuse einen möglichst schnellen Abfluſs erhält.

Diejenigen Gegenden, welche mit hohen Dämmen, über die das Sommerwasser nicht treten kann, versehen sind, und diejenigen, worin Quellwasser tritt, sind zu frühe eingedeicht. Man sollte daher die Einrichtung mit den Schleusen treffen, damit die eingedeichten Bezirke mit dem trüben Fluſswasser überschwemmt werden: denn das saure Quellwasser verdirbt die beſsten Wiesen, verwandelt sie in Moosboden, in Schilf und Rohrlachen. Wie einträglich sind nicht diejenigen Wiesen am Rhein, welche *vor* den Dämmen liegen, und wie sauer und schlecht sind nicht manche *hinter* denselben liegenden zu früh bedeichten Bezirke? Diese liegen auch niedriger, als das Vorland vor den Dämmen, weil sie der Schlick des Flusses nicht erhöhen kann, wodurch dies Vorland erhöht wurde. In keinem Lande hat aber die zu frühe Eindeichung gröſsern Nachtheil gebracht, als in Holland. Ja, nach den Wahrnehmungen einiger holländischer Schriftsteller, sind die mehresten Fluſs-Polder um tausend Jahr zu früh eingedeicht worden: daher liegen sie denn weit niedriger, als das durch den Fluſsschlick erhöhete Vorland, ja niedriger, als die Oberfläche der Flüsse, weil sich deren Bett nach und nach erhöhete! Die Holländer sind also genöthigt gewesen, daselbst Schöpfmaschinen anzulegen, wo sie ehemals eine natürliche Auswässerung hatten.

§. 34. Ist der zu entwässernde oder auszutrocknende Bezirk am Meere gelegen, bey der Ebbe einer Trockenlegung fähig, und der Grund kostbar, so wird er gleichfalls umdeicht, d. i. mit Dämmen umgeben. In diesen wird eine oder es werden mehrere Entwässerungsschleusen angelegt, die man *Seeschleusen* oder *Auswässernde-Schleusen* nennt; wenn sie klein sind, aber *Siele*. Hat ein genauer Ueberschlag erwiesen, daſs die Kosten der Eindeichung, d. i. der Anlage eines Polders, sich höher als die Einnahme belaufen, so unterläſst man die Arbeiten; es sey dann,

dafs andere umstände: als die dadurch zu verhindernde Ausdehnung eines Landsees, oder die verbesserungen der Luft in den umgebungen des Bezirkes, die Austrocknung anriethen. Nie darf man es aber an dem Nivellement und der genauen Aufnahme der Gegend und des Flusses oder Meeres, so weit jener oder dieses Beziehung auf die Trockenlegung hat, fehlen lassen. Auch mufs die Bonitirung des Bodens, der Anschlag von der Bedeichung, so wie den Entwässerungskosten und des Ertrages, mit möglichster sorgfalt gemacht werden, ehe die Eindeichung beschlossen werden kann.

Wo die wogen desjenigen Meeres, in welches man das Binnenwasser ablassen will, worin also auch die Auswässerung statt finden soll, höher als dieses steigen, und man weder einen Damm noch Schleuse anlegen kann, da ist es mehr als unverzeihlich, eine Austrocknung oder Entwässerung vorzunehmen, und doch hat man in Pommern den Leba-See in die Ostsee einlassen wollen, obgleich der Leba-Flufs, welcher in den Leba-see und von diesem in die Ostsee einfliefst, schon unumstöfslich beweifst, dafs eine solche operation unthunlich sey. Setzt man indessen voraus, dafs der Leba-see keine unterirdische Gemeinschaft mit der Ostsee hat, und es sey öconomisch *rathsam*, ihn auszutrocknen, so kann das geschehen, wenn man den Leba-Flufs längs diesem See ins Meer leitet, alle freye communication zwischen dem Lebasee und der Ostsee schliefst, einen sammelteich mit einer Schleuse anlegt, und die Austrocknung, mittelst schöpfmaschinen, bewerkstelliget.

§. 35. Wenn in dem eingedeichten Bezirk die Abzugscanäle und diejenigen Canäle, worauf das wasser, mittelst schöpfmaschinen, aufgefördert wird, das sind die *sammelbusen*, zugleich die schiffahrtscanäle bilden, so ist man in dürrer Jahrszeit genöthigt, die Innere-Gewässer zu einer solchen Höhe zu erhalten, die zur schiffahrt gebraucht wird. Alsdann mufs entweder die Fluth in diese canäle durch schleusen eingelassen, von denselben zurückgehalten werden; oder man mufs das wasser des höhern Flusses in die Canäle einlassen, und, mittelst schleusen, die zu diesem Behuf erforderliche wassermasse in diesen Canälen zurückhalten. Ueber die construction der zu diesem Endzweck zu erbauenden schleusen, die man in Holland *verlaate* nennt, und Maschinen werde ich mich im nächsten Abschnitte und beym Schleusenbau weiter verbreiten!

§. 36. Eine andere Methode der Entwässerung oder Trockenlegung wird mittelst *Anschlämmung* bewirkt, das heifst, man sucht die niedrigen sumpfgegenden, mittelst dem von den waldbächen und Flüssen geführten Material, nach und nach zu erhöhen! Zu diesem zweck legt man, wenn es nothwendig ist, stauschleusen oder bewegliche Balkenwände, in dem mit Dämmen umgebenen Polder an, um das trübe Flufswasser in diesen anzuschlämmenden oder trocken zu legenden Bezirk einzulassen, und verschliefst sie nachher, wo alsdann der Flufsschlamm (schlick) oder ein anderes Flufsmaterial zu Boden fällt. Alle dürre wiesen und weidenbezirke sollten

(wo es der Kosten lohnt) auf diese Art von dem Winterwasser der Flüsse gedüngt und mit Schlamm überzogen werden.

Auch könnte man das trübe Flusswasser auf einen aus magern hohen Boden bestehenden Bezirk mit Maschinen heben und darauf führen, den Bezirk mit einem kleinen Dämmchen umgeben, und so den Schlick fallen machen. Ist die Fläche gross, so mag man sie in mehrern kleinen Abtheilungen eindämmen, damit das eingelassene oder aufgeschöpfte Wasser in Ruhe versetzt wird, um den Schlick und das Material des Flusses fallen zu lassen. Solche kleine Bezirke, wenn sie auch, ohne Hülfe der Maschinen, das trübe Flusswasser aufnehmen, heissen *Schlickfänge.* Sie sind daselbst, wo man keine Maschinen nöthig hat, also der Fluss höher, als der anzuschlämmende Bezirk steht, öfters nothwendig. An der Wesermündung trifft man deren insbesondere viele an.

Liegen nun in der Nähe der Sümpfe sterile Sandfelder und laufen vor denselben Flüsse oder Bäche vorbey, so leite man diese durch die Sandgegend, fasse den durch den Sumpf gehenden Fluss mit Dämmen ein, steche diese Dämme durch, wenn das Wasser die zur Anschlämmung nöthige Höhe erreicht hat, und trübe Materialien führt. Auf diese Weise fange man die Anschlämmung in den untern oder tiefliegenden Flussgegenden zuerst an. Führt der Fluss aber eine Menge fetten Materials, so bedarf es des Sandes, zur Bewirkung der Anschlämmung nicht, dann leite man ihn durch den Sandboden zwischen Dämmen; oder sichere das Abreissen dieses Sandes, und lasse ihn sich weiter abwärts in die Sumpfgegenden verbreiten, wenn er trübes Wasser führt; sorge aber dafür, dass das Wasser aus dem Sumpf wieder in den Fluss selbst geleitet werde, damit es nicht länger stehen bleibt, als es die Absetzung des Schlammes erheischt: denn wo man die Gewässer lange Zeit über stehen lässt, gehen sie in Fäulniss über, verderben dann die Gräsereyen, verursachen Moräste und machen die Gegend ungesund. Es muss daher für eine zweckmässige Ableitung des, wegen der Anschlämmung in den Sumpfbezirk eingeleiteten Wassers, stets gesorgt werden.

§. 37. Zum sichersten kann in Flussdeichen eine solche Ableitung des hohen, zur Anschlämmung der Sümpfe brauchbares Material führenden Wassers, so eingerichtet werden: Man mache in den Damm einen Einschnitt, dessen Sohle und Seitenwände aus Balken bestehen mögen, und lasse in den letztern zwey Falzen, worin Balken zu liegen kommen, die man, wenn es nothwendig ist, nach und nach heraushebt und wieder einlegt; endlich verlängere man die Oefnung mit einem aus Balken oder einem bedielten Roste bestehenden Sturzbette, damit das durchstürzende Wasser einen Dammbruch nicht verursache.

§. 38. Gebirgswässer, die aus den Gletschern durch Wildbäche kommen, oder solche Gewässer, die viel Kalcherde führen, darf man aber zum Behuf der Anschläm-

mung nicht in die Sumpfbezirke führen, denn sie verderben alle Gräsereyen, wie die tägliche Erfahrung lehrt.

Zum schnellsten kann die Anschlämmung, vermittelst solcher Bäche und Flüssen, bewerkstelliget werden, die viel Sand führen. Den hochliegenden Theil der Anschlämmung mufs man jedoch mit gutem Boden zu bedecken suchen, und darauf fortdauernd frisches Wasser leiten, (für dessen Abflufs wieder zu sorgen ist) damit er die zum Wachsthum nöthige Feuchtigkeit und die öhligten Theile einsauge, folglich mufs eine Bewässerung unterhalten werden! Ist der so gewonnene Bezirk so hoch und fruchtbar geworden, dafs man ihn mit gröfsern Nutzen zu Getreydeland als zu Wiesen gebrauchen kann: so hört die Bewässerung, ausser in warmen Ländern, auf.

§. 39. Eine andere aber kostbare Methode beym Entwässern und Austrocknen, wird mit Hülfe der Maschinen bewerkstelligt, wenn das aus dem umdämmten (bedeichten) Bezirke zu führende Wasser niedriger, als der Recipient steht. Sie erfordert öfters nicht nur die Anwendung vieler hydrotechnischen, sondern auch grofser Geldmittel! Ausser in den Niederlanden hat man von ihr in wenig Ländern Gebrauch gemacht, ungeachtet sie gar vielfach so angeordnet werden kann, dafs sie keine grofse Summe kostet. Insbesondere ist dies der Fall in Friesland, wo man sich der kleinen Schöpfmaschinen Tab. 83. Fig. XVI. *b* bedient.

Maschinen zur Aufförderung des Wassers können auch, mittelst des der Austrocknung nahe gelegenen Flusses oder durch den Wind, mit Dampf; oder auch wohl (aber mit keinem besondern Vortheil) durch Thiere und Menschen in Bewegung gesetzt werden. Sie sind mancherley: *Wurfschaufel* (Tab. 81. Fig. 18.), der *Balandier-Kasten* (Tab. 88. Fig. II.) (Bascule). Bey beyden wird die Kraft des Menschen angewendet. Die *Wasserschraube*, oder die *archimedische Schnecke* (Tab. 87. Fig. 5. und 6.); das vertical und schief liegende *Wurfrad* (Tab. 86. Fig. 1. 2. 3.) holländisch (Scheprad), werden vom Windflügel bewegt; die Kastenkunst (Tab. 88. Fig. 1. 4. 5.) von Wasser getrieben, die Pumpengestänge von der Dampfmaschine in Bewegung gesetzt. Auch kann man den Belier-hydraulique anwenden, wenn in der Nähe des Sammelteiches ein Flufs vorbeyläuft. Ferner die Paternosterwerke Tab. 91. Fig. 52. und die Schaufelwerke Tab. 91. Fig. 21.

Selten wird der Ingenieur sich aber der von Menschen, Thiere, oder der von Wasser getriebenen Maschinen in Bewegung gesetzten zu Austrocknungen bedienen, denn wo die Flüsse höher als der auszutrocknende Bezirk liegt, da haben sie gewöhnlich eine zu geringe Geschwindigkeit, oder es sind Ebbe- und Fluthströme, bey denen die Einrichtung solcher Schöpfmaschinen sehr beschwerlich ist. Man ist daher genöthigt, zur Hebung solcher grofsen Wassermassen, die Wind - und Dampfmaschinen anzuwenden. Wiewohl ich, dem Plane dieses Werkes gemäfs, diese Maschinen hier noch nicht beschreiben kann, so mufs ich doch Folgendes bemerken: Die von Windflügel in Bewegung gesetzte

wasserschrauben (Tab. 87. Fig. 5.) heben das wasser 8 bis 16 schuh hoch; die wurfräder (Tab. 86. F. 2. u. 3.) einen bis fünf Fuſs. Gewöhnlich rechnet man bey diesen letztern aber nur eine Höhe von vier schuh *).

Soll demnach das wasser 16 Fuſs durch wurfräder aufgehoben werden, so müssen vier wurfradmühlen hintereinander, am Ende des Entwässerungs - canals, stehen, und solche *mühlenreihe* nennt man einen *Gang-Mühlen von vier Mühlen.* Das Canalstück, worauf die schöpf-Mühlen das wasser aufbringen, heiſst der *Mahlbusen*; ich werde ihn auch zuweilen *Leitbusen* nennen.

Die beſsten Beobachtungen, in Holland angestellt, haben ergeben, daſs eine wurfradmühle von der gröſsten Art, bey gutem winde, im Durchschnitt 200 Tonnen zu $5\frac{1}{4}$ cubickfuſs, d. i. 1050 cubickfuſs in der Minute vier Fuſs hoch aufwirft. Kennt man also die zeit im Jahr, in welcher solche Maschinen hinreichenden wind haben; die Gröſse des auszumahlenden Beckens oder wassers; die Quantität Regenwassers, und ist man gewiſs, daſs sich in dem trocken zu legenden Bezirk keine unterirdische Quellen befinden: so kann die zeit bestimmt werden, in welcher mit einer angenommenen Anzahl schöpfmühlen, die Austrocknung bewerkstelliget werden könne. Diese Maschinen bleiben auch nach der vollzogenen Austrocknung stehen, um die Auswässerung fortdauernd zu unterhalten.

Oeconomischer wird es demnach seyn: eine geringere Anzahl von schöpfmühlen anzulegen, und die zeit, binnen welcher der Bezirk ausgetrocknet werden soll, weiter hinauszusetzen. Indessen muſs man von einer solchen Rechnung nicht die gröſste Genauigkeit erwarten: denn der wind wird in einem von der see entfernten Lande nicht so anhaltend wirken, als in einem flachen seelande, wie Holland! Nach der verschiedenen construction solcher Maschinen und der Höhe, worauf sie das wasser aufheben, sind sie von gröſsern oder geringern Effect. Dieser hängt auch nothwendig von dem Profile und der Länge der Mahlbusen, (canäle) worauf sie das wasser aufmahlen, ab; je nachdem sie weit und lang, oder kurz und enge sind, wird er vergröſsert oder vermindert: denn in einem kurzen und engen Mahlbusen kann sich das aufgeworfene wasser nicht ausbreiten, und es äussert seinen zug rückwärts nach der Maschine hin.

§. 40. Wird das wasser in einen von einem Damm eingeschlossenen wasserbehälter oder canal durch Maschinen aufgefördert, aus welchem es in das Meer oder in Flüsse (durch schleusen) auswässert, so nenne ich einen solchen Behälter oder canal *Hauptbusen* (holländisch Boesem) oder *Busen.*

Ist dieser Hauptbusen ein eingedammter fast eben so breiter als langer Platz, so nennen ihn die Holländer *Kolk.* Die schöpfmühlen, welche darauf das wasser he-

*) Zu groſsen Austrocknungen bedient man sich nun der Dampfmaschine, des Wurfrades und der Archimedischen - Schnecke aber ohne Mantel, S. Tab. 8. Fig. 5.

ben, leisten, wie sich das versteht, während der Ebbe, wenn die Seeschleuse offen steht, einen gröſsern Effect, als während der Fluth, bey welcher man die Schleuse schlieſst, dann der Druck des in dem Busen stehenden Wassers gegen das vor der Schöpfmühle stehende Thor, (Wachtthür) welches den Busen von dem untern Wasser oder des zuleitenden Canals abschlieſst, ist bey der Ebbe, die den Abfluſs des Busenwassers zuläſst, weit geringer, als während der Fluth, wobey die Thore der Auswässerungsschleuse verschlossen sind.

Das Wasser, welches auf den Busen oder auch auf den Sammelbusen durch Maschinen aufgeworfen ist, heiſst (nach dem Holländischen) *Busenwasser*. So ist z. B. das Haarlemmer-Meer der gröſste Theil des Busens, oder bestimmter des Hauptbusens von Rheinland. Der Damm, welcher den Busen einschlieſst, wird *Busendamm* oder *Busenkade*, auch der Kürze wegen blos *Kade* genannt. Mehrere solche Dämme heissen *Kadämme*, auch wohl in einigen Gegenden *Sommerdämme*.

Die Wasserhöhe, bis zu welcher das Busenwasser, ohne Nachtheil der übrigen Lande, gehalten werden kann, muſs mit einem Wassermesser, der die Höhe des Wasserstandes angibt, d. i. mit einem *Pegel*, s. I. B. S. 136. bezeichnet seyn. Zur Winterszeit kann das Busenwasser höher als im Sommer stehen, also ist ein *Winterpegel* und ein *Sommerpegel* nöthig.

§. 41. Das innerhalb den See- und Fluſsdeichen, zur Zeit der Fluth, mittelst Schleusen, eingeschlossene gesammte Wasser, nenne ich *Binnenwasser*. Also dasjenige, was auf die Auswässerung und Austrocknung Beziehung hat, zähle ich zum *Binnen*- oder *Innern-Wasserstaat* eines Landes. Dazu gehört demnach auch die Circulation des Wassers in den Canälen, in den Binnengewässern, in den Busen und in den Entwässerungsgräben (holl. Waeteringen).

Derjenige Graben, welcher in dem Polder, längs dem denselben umgebenden Damm (Ringdeich) fortläuft, heiſst der *Ringgraben* (holländisch Ringsloot). Die *Allignementsgräben* sind diejenigen Gräben, welche durch einen ausgetrockneten District, der Länge nach, durchgehen, und worauf die Seitengräben stossen; die ersten machen also mit dem Ringgraben die Entwässerungsgräben aus, und diese sind die Zuleitungsgräben. Aus denselben muſs also das Wasser nach der untern Schöpfmühle hingezogen werden, und wenn diese nicht im Gange ist, so steht es in den Gräben stille, denn gewöhnlich haben dieselben ein horizontales Bett. Je gröſser deren Profil ist, desto gröſser ist der Effect der Mühle, weil sie mehr Wasser anziehen.

§. 42. Das *Alte-Land* wird in Nordholland derjenige Bezirk genannt, welcher nicht ausgetrocknet werden durfte, weil er höher als die ordinaire Fluth liegt. *Hoogheemraadschap* oder *Waterschap* heiſst in Holland ein Landesbezirk, welcher seinen *Innern-Wasserstaat* für sich hat und erhält; denn man auch einen *hydrotechnischen* Bezirk nennen kann *), welcher von einem andern angränzenden (solchen Be-

*) Bey dem Binnenwasserstaat von Rheinland werde ich dessen Beschaffenheit näher erklären.

zirk) durch Dämme und Schleusen abgeschlossen ist. Das Wasser, welches sich in den Canälen der umdeichten Austrocknung oder des Polders sammelt, oder darauf gemahlen wird, heifst auch noch das *Polderwasser*. *Wasserkehrungen* (waterkeringen) nennt man in Holland kleine Stauschleusen; Schleusen mit Fallschütze, oder auch Wehre: so werden zuweilen die gröfsern Schleusen, Rollbrücken und andere das Profil zu viel verengende Brücken, Wasserkehrungen genannt!

Die kleinen hölzernen Kammerschleusen, welche die Hauptbusen von denjenigen innern Canälen oder Leitbusen, die zur Schiffahrt dienen, und welche Canäle auch *vaarten* genannt werden, abschliefsen, heissen holländisch *verlaate*.

Die Wachtthüre, das ist ein aus einem Flügel bestehendes Thor, welches ein Canalstück abschliefst oder vor einer Schöpfmaschine steht, hält das Wasser des obern Canals von dem des untern ab, und steht also in jenem Canal vor der Wurfradmühle oder den Schöpfmaschinen aller Art. Sie vertritt öfters die Stelle der kleinen Seeschleusen. Ihre obere Kante darf nicht höher, als das höchste Wasser des Hauptbusens seyn, und die Bestimmung der Höhe von den Wachtthüren ist sehr nothwendig, welches wir noch bey Hollands Wasserstaat sehen werden.

§. 43. Alles, was ich nun von der Entwässerung gelehrt habe, ist auf die Austrocknung anwendbar. Ich komme daher zur *Auswässerung!* Diese ist weit schwieriger zu erhalten, als die Austrocknung und Entwässerung zu bewerkstelligen. Sie steht, wie wir sehen werden, mit einer guten Leitung der Flüsse und mit der Deichs-Oeconomie in Verbindung, kurz sie umfafst auch die Circulation des Binnenwassers oder den *Innern-Wasserstaat* eines von Canälen durchschnittenen Landes, welches ohne Auswässerung nicht bestehen könnte, wie denn Holland ein solches Land ist.

Ich glaube indessen, die Grundsätze, worauf eine zweckmäfsige Auswässerung beruht, nicht wiederholen zu dürfen, da sie die nämlichen sind, die bey der Entwässerung aufgestellt wurden, und es kömmt dabey vorzüglich auf Beyspiele an, die ich in dem zweyten Abschnitte aufstellen werde. Diese Materie wird daher, je nachdem die verschiedenen Auswässerungen raisonnirend dargestellt werden, ein Licht über die mannigfaltigen Rücksichten, die der Ingenieur bey ähnlichen Anlagen beobachten mufs, verbreiten!

§. 44. Aber nicht nur das gewöhnliche Schnee- Quell- und Regenwasser mufs der Wasserbaukundige aus den eingedeichten Bezirken oder vom Innern eines niedrigen Flufs- und Seelandes fortleiten, sondern zuweilen auch die durch Deichbrüche oder militärische Operationen darin eingetretenen grofsen Wassermassen. Sie müssen in der möglichst kürzesten Zeit abgezapft werden, um den Boden wieder zu gebrauchen! Dieser Zweck kann mit den vorhandenen Schleusen nicht erreicht werden und man ist genöthigt: die Deiche, in denen diese Schleusen liegen, durchzugraben. In einem Deich, der aus guter Erde besteht, läfst sich aber im Winter eine solche Durchgrabung, des Frostes wegen, der in die Erde gedrungen ist, nur mühsam und in meh-

reren Tagen und wochen bewerkstelligen. Kann der Ingenieur also die ueberschwemmungen nicht gänzlich verhindern: so sieht er sich leider genöthigt, für ihre schnelle Abzapfung oder Entwässerung im voraus sorge zu tragen. Er lasse also denjenigen Deich, in welchen er, zur zeit der Noth, Durchgrabungen veranstalten mufs, ohne die Inondation abzuwarten, vorher durchgraben. Hat er dieses Deichstück, dem Boden oder Mayfelde gleich abgetragen, und die Erde zu beyden Seiten der Oefnung, zum künftigen Gebrauch, an den Deich werfen lassen, alsdann lasse er dieses stück wieder einen Schuh höher, als der Erd-Deich liegt, von Sand aufführen, mit 8 bis 10 Fufs Krone, und gebe jeder seite 1½ Fufs Dossirung auf jeden Fufs Höhe. Diesen sanddeich lasse er nach den zwo Seiten und auf der Krone mit guter Deicherde oder Klayboden belegen, und zwar nach aussen zwey Fufs und nach innen so wie auf der Krone einen Schuh dick. Auf diese weise wird der Deich allen hohen Gewässern widerstehen, wenn der einen Schuh niedrige Erd-Deich ihnen widerstanden hatte. Ein Beweis, dafs dieser vorschlag anwendbar ist, sind die Sand-Seedeiche von *westcappel* Tab. 57. und am *Goedereeschen Diep* Tab. 46.

Soll dann die ueberschwemmung abgezapft werden, so wird die Klaydecke vorne so tief als möglich und binnenwärts ganz abgestochen, der sandhörper durchgegraben, das wasser stürzt durch die Oefnung und verläfst die inondirte Landschaft. Diese Methode ist daselbst anwendbar, wo der Boden oder das Mayfeld sehr fest und die durchziehende wassermasse, wegen dem geringen Abhang des Terrains, nicht mit solcher Geschwindigkeit fliefst, die Grundbrüche verursachen kann. Wo aber die Geschwindigkeit so grofs ist, dafs diese zu befürchten sind, daselbst mufs in solcher Oefnung ein auf der Oberfläche mit verzäunungen versehenes, und mit Ziegelgraus und Steinen beschwertes Buschbett oder ein Faschinenbau, wenigstens vier Schuh in das Mayfeld hineingesenkt und demselben gleich hoch gelegt werden. Auf ein solches Buschbett kommt hernach der Sanddeich zu liegen, und auf diesem die Klaydecken. Alsdann mufs aber die vordere Klaylage das Buschbett vorne ganz bedecken, und dieselbe mufs, bis einige Fufs über dasselbe, wenigstens vier schuh dick seyn, damit das wasser zu den zwischenräumen der Steine nicht gelange und nicht durchsickere. Da ich schon beym Deichbau einige Methoden, solche Hülföfnungen zu machen, erklärt habe, so mufs ich hier davon abbrechen.

Diese Methode kann man auch daselbst anwenden, wo es nützlich ist, das Herbst- und winterwasser eines Flusses in einen wiesen- oder weidebezirk einzulassen. Vor dem Eintritt des winterwassers wird nämlich die Oefnung gemacht, und wenn Ausgangs winters oder im Frühling der Flufs gefallen ist, so fällt auch die Inondation wieder. Ist es öconomisch räthlich, diese bis zu einer gewissen Höhe in den Bezirk zu erhalten, wenn gleich die Beschaffenheit des Flusses, d. i. sein niedriger wasserstand es nichs zuläfst, so wird das Buschbett bis zu dieser Höhe angelegt, um das

zurückgehaltene wasser zur gelegenen zeit, mittelst schleusen, abzulassen. Vieles wasser wird auch durch das buschbett, nach und nach, hindurch rieseln.

Welche von diesen methoden man nun auch wählen möge, so muſs doch auch für die befestigung derer an einer solchen oefnung stoſsenden Deichenden, mittelst faschinenbauten oder pfahlwänden, gesorgt werden, damit der deich nicht weiter, als diese bestimmte oefnung geht, fortgerissen werde. Doch dies gehört, so wie einige andere methoden, für den deichbau, wo ich das nöthigste vorgetragen habe.

Zu der schleunigen abzapfung derer in das land eingetretenen hochgewässer können auch balkenwände dienen, und zwar nach einer solchen einrichtung als die balkenwände des landshuter Isarwehres (tab. 101. und 102.) welches ich in diesem bande noch beschreiben werde, und worauf ich also verweise. Ein solches durchlaſswehr mag, mit weglassung der oefnungen in den pfeilern, einen theil eines dammes ausmachen. Dasselbe kann also augenblicklich geöffnet werden. Dessen seitenwände und sohle mögen auch aus balken und das sturzbett aus einem bedielten schwell- oder pfahl-roste bestehen.

§. 45. *Von den grundsätzen und practischen maaſsregeln der bewässerung.*

Es giebt bezirke, die aus moorerde oder sand bestehen, welche, wenn sie entwässert worden sind, zu trocken und dürre werden, als daſs sie gras oder getreide tragen können; auch giebt es sandschellen, die nichts hervorbringen. Diese müssen also mit fluſswasser, mit dem wasser, welches aus fischteichen, aus mistjauchen und quellen flieſst, oder mit künstlich gedüngtes wasser, bewässert werden, und zwar wo möglich im frühling und herbste, wenn die flüsse und bäche trübes fettes material führen; zuweilen auch im sommer, nämlich da, wo die wiesen öfters, als zweymal gemäht werden, auch da, wo sie sehr dürre sind. Man kann sie auch, besser nach als vor der bewässerung, mit mergel, asche, dünger, gyps und kalch bestreuen.

Solches wasser, dessen fruchttreibende kraft aus der erfahrung bekannt ist, wird in einem, auf den höchsten stellen um den zu bewässernden bezirk oder längs dessen höchsten rand hin gelegten bewässerungsgraben, entweder mit hülfe des natürlichen gefälles in offenen gräben, aquäducten und röhren, oder mit maschinen, geleitet; auch wohl in einem busen oder in ein bassin gesammelt. Fast alles, was ich nun über die leitung des wassers bey den entwässerungen gesagt habe, läſst sich auch hier anwenden.

Das wasser eines bewässerungs-grabens wird dann, mittelst kleiner schütze, gestaut *), und auf diese weise seitwärts in die kleinen, einen bis 2 fuſs breiten, wässerungsgräben vertheilt, welche an der mündung zwey schuh breit seyn können. Sie werden öfters nur aufgepflügt, und nach der wässerungszeit wieder zugeworfen;

*) Oefters legt man in den hauptbewässerungsgräben und in die Schlitzgräben nur rasen, um das Wasser aufzustauen.

alsdann aber heissen sie schlitzgräben. Man macht deren so viele, als nöthig sind, um über den Bewässerungsbezirk hin das wasser zu flöfsen. Weder ihre Anzahl noch ihre Entfernung läfst sich im Allgemeinen bestimmen, welches bey jedem Local verschieden ist. Kurz es müssen so viele wassergräben angelegt werden, dafs der Bezirk überall einige zoll hoch mit wasser überflöfst wird. Aus den schlitzgräben werden seitwärts mehrere Furchen gezogen, über den Bezirk hin, und dann steht in jenen auch ein stauschütz; zuweilen wird darin blos ein Dämmchen von Thonerde oder schlickerde aufgeworfen. Die wässerungs- oder schlitzgräben werden bald nach dieser bald nach jener Richtung gezogen, bald laufen von einem wässerungsgraben mehrere kleine Gräben, als Aeste und Zweige, ab. Immer müssen sie aber so gezogen seyn, dafs der gesammte Bezirk beflöfst wird; dessen höherer Theil, mittelst mehreren Schlitzgräben, als der niedrige, weil er trockener ist!

Ist das Terrain nicht sehr steril, so kann man sich blos mit dem aus dem Bewässerungsgraben überflöfsenden wasser begnügen, ohne gerade den ganzen Bezirk mit wasser zu bedecken. Auf diese weise werden die wurzeln der Gräser angefeuchtet, mit süfsem frischen wasser. Zu dieser Methode wird die eine Grabenwand, worüber das wasser laufen soll, niedriger als die andere gemacht, und mit Oefnungen versehen; im Bewässerungsgraben sind dann gleichwohl stauschütze nöthig, die das Local selbst bestimmt.

Der Abhang des Hauptwässerungs-Grabens soll, nach Belidor, die Hälfte von dem Abhange des Flusses, aus dem er gespeifst wird, haben; andere wollen ihm $\frac{1}{1200}$ und mehr von der Länge geben. Gewifs ist auch hier ein so grofser Abhang nur äufserst selten zu erhalten, denn die gewöhnlichen Flüsse haben einen weit geringern. Wenn er $\frac{1}{6300}$ der Länge beträgt, so wird das wasser noch mit hinreichender Geschwindigkeit fliefsen *). Diese Geschwindigkeit richtet sich aber nicht allein nach dem Abhange des Grabens, sondern nach der Höhe des den Graben speisenden Flusses; nach dessen Geschwindigkeit und nach der weite und Tiefe des Grabens selbst. Man nivellire nur die Gegend richtig, und suche dann den Abhang des Haupt-Bewässerungsgrabens auf dessen gesammte Länge zu vertheilen. Hat man des wassers wenig, so wird der Graben nicht weit gemacht. Seine gröfste weite sey 4 bis 5 schuh, damit seine stauschleusen und dessen Reinigung nicht viel Kosten verursache. Auf diese weise wird das wasser also auf den gesammten Bezirk vertheilt.

Damit das wasser der Bäche in den Hauptwässerungsgraben geleitet werden kann, so mache man auch wasserschwellungen oder wehre, in den Bächen selbst — bewegli-

*) Bey dieser Bestimmung setze ich voraus, dafs es nicht an Zuflufs fehlt, und dafs der Bewässerungsgraben rein gehalten wird. Ist der *Speise-Canal* oder der Flufs nicht stark, so mag man den Abhang des Bewässerungsgrabens zu vergröfsern suchen, wenn es möglich ist. Doch das Terrain und Local entscheiden, und es kömmt nur darauf an, die aufgestellten Grundsätze auf die befstmöglichste Weise in Ausübung zu bringen.

che und unbewegliche — oder setzte die schützen derer auf dem Bache liegenden Mühlen zu. Alsdann sind mit den Müllern verträge stipulirt, zu welcher zeit, und wie lange sie die wässerung, welche oberhalb ihrer Mühle anfängt, zulassen müssen; man leitet dann auch zuweilen den Bewässerungsgraben über oder unter den Mühlbach hin, mittelst Röhren, gemauerten oder hölzernen Gerinnen.

An einigen orten, insbesondere in Italien und bey Nürnberg, bedient man sich der Maschinen, um das wasser der Flüsse in Gerinne zu heben, welche es wieder in den Hauptwässerungsgraben leiten, dazu wird vorzüglich das wasserrad mit Butten, Kästen oder Eimern (Tab. 91. Fig. 29. oder Tab. 103. Fig. 4.) gebraucht. Man kann dasselbe auch auf zwo schiffen, wie die schiffmühlen, anlegen, und es an mehrere stellen, nach und nach, gebrauchen, wenn der Fluſs hoch ist.

Bey der Bewässerung mit schöpfmaschinen, als dem Belier hydraulique (hydraulischen widder), dem chinesischen - Tab. 9, Fig. 29., dem Asiatischen - oder Persischen-Tab. 103. Fig. 2., und dem Tyroler - schöpfrad Tab. 82. Fig. XII. muſs die vorrichtung dergestalt getroffen werden, daſs da, wo die natürliche Geschwindigkeit des Flusses, welcher solche Räder in Bewegung setzt, nicht hinreicht, keine solche Abdämmungen (wehre) gemacht werden, welche die schiffahrt stören, und ueberschwemmungen hervorbringen. In den wehren muſs man kleine schleusen oder einzelne Thorflügel, deren Füllungen aufgezogen werden können, damit man das Thorgebind allein gegen den strom zu öffnen im stande sey, errichten, und die wasserräder im Herbst wegnehmen; neben dem Rade aber sind in dem wehre Durchlaſsöfnungen, die man mit Balken verschlieſst, anzulegen, um die Hochgewässer unschädlich für die uferlande abzuführen, und die versandungen des Fluſsbettes zu hindern. Noch besser ist es, das ganze wehr aus einzelnen beweglichen Balken oder Planken bestehen zu lassen und auf diese weise förmliche schiffsdurchlässe, von denen ich bey der schiffbarmachung der Flüsse handeln werde, öfters sind auch wehröfnungen, wie beym Landshuter wehre, (Tab. 102.), anzulegen. Diese vorrichtung zu den schöpfrädern ist auch um so leichter, da dergleichen Räder in Flüssen, deren mittlere Geschwindigkeit beym mittlern wasserstande 18 zoll beträgt, in einem nur 2 zoll Fall habenden Gerinne angelegt werden können, wie es die Erfahrung zeigt.

Nirgends sind nun in Deutschland so viele schöpfräder angelegt, als in der Rednitz, zwischen Fürth und Bamberg, deren zahl 150 übertreffen wird. Es sind die sogenannten asiatischen oder persischen mit schöpfbutten versehenen Räder Tab. 103. Fig. 4. welche durch die Kreutzzüge nach Europa gebracht sind, und die ich im nächsten Abschnitte beschreiben werde. Sie heben 1300 Kubikzoll wasser in der sekunde acht schuh hoch, haben fehlerhafte, den Fluſs aufstauende wasserkehrungen oder kleine wehre, welche die versandung der Rednitz und ueberschwemmungen verursachen. Gerne hätte ich diese Mängel abzustellen, und die wirklich in mancher Hinsicht vortreffliche, für den Rednitzfluſs i. J. 1693. festgesetzte wassergerichts-ord-

nung wieder einzuführen und zu verbessern gesucht. Die Schiffbarmachung der Rednitz wird indessen hiezu die beste Gelegenheit geben, welche einen Theil der Wasserstraße zwischen der Donau und dem Rhein bilden muß.

Auch der Wind- und Dampfmaschinen kann man sich zur Hebung des Wassers, also zu Bewässerungs-Anstalten bedienen, wenn die Einnahme die Kosten ersetzt; ja man hat in England transportable Dampfmaschinen zu diesem Behufe. Bey manchem Local werden die bestehenden Wassermühlen zur Bewässerung mitgebraucht werden können, ohne daß ihr Gang gehemmt werde. Denn gerade zur Zeit der Bewässerung sind die Mühlbäche angelaufen, und leisten also einen größern hydraulischen Effect; so daß das Wasserrad noch füglich ein Schaufelwerk, eine Wasserschraube oder eine andere Schöpfmaschine in Bewegung setzen kann. Noch leichter und besser wird man solche Schiffmühlen, die Getreide mahlen, oder zu anderm Behuf vorzüglich dienen, auch zum Aufschöpfen des Wassers einrichten können, indem man an den Seiten der Felgen des Rades nur Kästen anhängen darf, zur Zeit der Bewässerung. Sehr oft wird auch der Belièr-hydraulique zu den Bewässerungen mit großem Nutzen angewendet werden können, und er kann nicht genug dazu empfohlen werden!

Da wo der Fluß höher, als die zu bewässernde Gegend steigt, ist die Einrichtung der Bewässerung nicht schwierig, und man läßt durch eine Stauschleuse das Flußwasser in den Wässerungsgraben, wo es sich durch alle die kleinen Gräben über den Bezirk ausbreitet, und Fruchtbarkeit hervorbringt.

§. 46. Hat das Wasser den Bezirk bewässert, so muß auch für dessen Ablauf gesorgt werden, damit es in den speisenden Fluß oder Bach wieder zurücklaufe, damit es nicht stehen bleibe, und die Gräsereyen verderbe. Bey manchem Local wird man daher, längs der niedrigsten Stelle des bewässerten Bezirks, einen Graben ziehen müssen, welcher das Wasser aufnimmt und wieder in den Fluß führt; den ich *Ableitungsgraben* nenne.

§. 47. Nicht nur die entwässerten oder ausgetrockneten Bezirke werden bewässert, sondern auch dürre und saure Wiesen längs den Flüssen, und solche Sandgegenden, die man durch eine zweckmäßige Bewässerung zu den besten Wiesen umschaffen kann.

So einfach auch diese Anstalten sind, so leicht bey manchem Local ihre Ausführung ist, wenn es nur nicht an Eifer fehlt, so groß die Vortheile sind, die aus zweckmäßigen Wässerungsanstalten entspringen, fast in allen cultivirten Ländern; insbesondere aber in der Schweiz, in Italien und Deutschland: so müssen dennoch viele öde Sandfelder und schlechte Wiesen der Bewässerung fortdauernd entbehren, ob sie gleich mit geringen Kosten veranstaltet werden könnte und wenn gleich der Boden in hohem Werthe steht. Zuweilen darf man ja nur eine zu Tage gehende Quelle erweitern, das daraus sprudelnde Wasser längs dem Bezirk hinführen, in ein kleines Gräbchen, von demselben aus Furchen machen, und die ganze Wässerungs-

anstalt ist fertig. Aber leider werden an vielen orten auch diese vorkehrungen unterlassen, und was noch mehr zu bedauern ist: es werden die hinter den Deichen liegenden wiesen dem sauern Quellwasser Preiſs gegeben, wo sich doch zwey, drey, ja vier schürige treffliche wiesen, durch Einleitung des Fluſs- oder Dungwassers, machen lieſsen. Nur zu oft werden auch dergleichen Anstalten mit ganz unnützen schwierigkeiten und Häckeleyen in der Geburt erstickt; man scheut die Ausgaben einiger hundert Gulden, wo in der zukunft Tausende mit einer zweckmäſsigen Bewässerung zu gewinnen sind. Ja! die mehresten Länder scheinen auf solche Anstalten gar keinen werth zu legen, während sie das Geld für unnütze staats- und Hofbeamten, und spielereyen aller Art verschleudern! Ich endige daher diese Materie, um davon bey der Beschreibung derjenigen Maschinen, welcher man sich zu künstlichen Bewässerungsanstalten bedient, das weitere zu erörtern, und bemerke nur noch: daſs man in Italien und dem südlichen Tyrol, wo ich die beſsten Bewässerunganstalten angetroffen habe, auch die Getreide-Länder bewässert, und zu diesem Behuf kostbare wasserleitungen angelegt hat. Die wasserbaukunde ist also die wissenschaft, welche Moräste und dürre sandfelder in fruchtbare Gefilde umschafft. Wie schön sagt dies nicht *Delille*:

„Sachez aussi comment des fleuves, des ruisseaux
On peut mettre à profit les salutaires eaux;
Et Pomone et Palès, et Flore et les Dryades,
Doivent leurs doux trèsors à l'urne des Nayades,
Surtout dans les climats où l'ardente saison
Jusque dans sa racine attaque le gazon,
Et laisse à peine au sein de la terre embrassée
Tomber d'un ciel avare une foible rosée.
Non loin est un ruisseau; mais de ce mont jaloux
Le rempart ennemi le sépare de vous:
Eh bien! osez tenter une grande conquête.
Venez, de vos sapeurs déjà l'armée est prête.
Sous leurs coups redoublés le mont cède en croulant;
La brouette aux longs bras, qui gémit en roulant,
Qui, partout se frayant un facile passage,
Sur son unique roue agilement voyage,
S'emplissant, se vidant, allant, venant cent fois,
Des débris entassés transporte au loin le poids.
Enfin le mont succombe; il s'ouvre, et sous sa voûte
Ouvre au ruisseau joyeux une facile route.
La Nayade s'étonne, et, dans son lit nouveau,
A ses brillans destins abandonne son eau.
Il vient, il se partage en fertiles rigoles;
Chacun de ses filets sont autant de Pactoles;
Sur son passage heureux tout renaît, tout verdit.
De ses états nouveaux son onde s'applaudit,
Et, source de fraicheur, d'abondance et de gloire,
Vous paye en peu de temps les frais de la victoire.
Dans les champs où, plus près de l'astre ardent du jour,
Au sein de ses vallons Lima sont tour à tour,
Par le vent de la mer, par celui des montagnes,
Le soir et le matin refraîchir ses campagnes,
Avec bien moins de frais et bien moins d'art encor,
L'homme sait des ruisseaux disposer le trèsor,
Et, suivant qu'il répand ou suspend leur largesse,
Retarde sa récolte ou hâte sa richesse.
Près du fruit coloré la fleur s'épanouit,
L'arbre donne et promet, l'homme espère et jouit.
Là le cep obèit au fer qui le façonne;
Ici de grappes d'or la vigne se couronne;
Et, sans que l'eau du ciel lui dispense ses dons,
L'homme au cours des ruisseaux asservit les saisons.
Lieux charmans, où les cieux sont féconds sans nuage.
Et qui ne doivent point leur richesse à l'orage!
Tant l'art a de pouvoir! tant l'homme audacieux
Sait vaincre la nature et corriger les cieux! etc.

ZWEYTER ABSCHNITT

DER AUSTROCKNUNGS - ENTWÄSSERUNGS - UND AUSWÄSSERUNGS-KUNDE,

ODER

DER PRACTISCHE THEIL DIESER ABTHEILUNG DER WASSERBAUKUNST.

ERSTES KAPITEL.

§. 48.

In diesem Abschnitte werde ich wirklich ausgeführte Anlagen der Art beschreiben; hier zuvörderst aber von der Trockenlegung der Torfstechereyen oder den Austorfungen, die man in Holland *veeneryen* nennt, handeln.

§. 49. Wurde ehemals in den Niederlanden ein hinreichend ergiebiges Torflager gefunden, und die Regierung hatte die Austorfung erlaubt, so wurde die Torfstecherey durch einige breite Gräben eröffnet, worin die Torffahrzeuge giengen. Es wurde eine Kammerschleuse unter dem Deiche, welcher diesen Bezirk von demjenigen Fluſs oder Canal, auf welchem der Torf verfahren wurde, trennte, gebauet.

Jetzt ward der Torf ausgestochen und ausgebaggert, bis zur Thon - oder Klaylage *) die etwa 14 bis 16 Schuh unter der Oberfläche des Landes liegt. Dieses Ausstechen wird an mehreren Stellen zugleich angefangen, so daſs man nicht gleich ein groſses Wasserbecken erhält **), in welchem der Wind hohe Wellen erzeugen und die Torfwände angreiffen würde. Nimmt indessen die Austorfung einen beträchtlichen Bezirk ein, so trifft es sich gar oft, daſs die Wellen ganze Torfwände auflösen und

*) Das ist ein groſses Glück für Holland, daſs der Boden unter den innern Meeren und Wesserplätzen aus fester Klayerde besteht, die dem nahen Wasser, welches vor dem Polder steht, den Durchgang versagt, und welche Erde sehr fruchtbar ist. Wäre diese Erdschichte von poröser oder sandiger Beschaffenheit, so könnten solche Wasserbezirke, des vielen Quellwassers wegen, nicht ausgetrocknet, noch urbar gemacht werden. In mehreren Torfstechereyen findet man erhärtete und ganz schwarz gewordene Bäume; der sicherste Beweis von den vorgegangenen Revolutionen auf unserer Erde, und vielleicht auch von dem Durchbruch des Oceans zwischen Frankreich und England!

**) In den ausgestochenen Stellen sammelt sich das Regen - und Schneewasser, welches den Wasserplatz formirt.

in die Tiefe abstürzen. Der Torf wird nun zwar freylich aus der Tiefe herausgebaggert mit dem *Handbügel*, welches ein an einem eisernen Reif, der an eine Stange befestiget wird, hängender von Sackleinen oder Trillig verfertigter Beutel ist, und den ein Mann regiert. Das Wasser gewinnt daher, je mehr getorft wird, einen desto gröfsern Raum, bis endlich dergleichen Austorfungen für die Ortschaften selbst gefährlich werden; ja zuweilen vereinigt sich das Wasser mehrerer Torfstechereyen, und dann entsteht ein ungeheurer Wasserplatz. So ist z. B. der Nieukoopsche-Plas — 3000 Morgen (jeden zu 600 Rheinische Quadratruthen, wovon jede 144 Quadratfufs ausmacht) grofs (S. Fig. B. Tab. 65. und T. 40.) — entstanden! Und welch ein kleiner Erdsaum steht bey XI. Tab. 65. zwischen diesem Wasserplatz und dem von Zevenhoven? Jetzt ist dieser Saum, wenn ich nicht irre, durchgebrochen!

Die Ufer eines solchen Wasserplatzes oder Sees sucht man in Holland mit Faschinenbau, Steinschüttungen von Mauerschutt und Ziegelgraus, mittelst kurzer erlener Pfähle (Pfahl an Pfahl gerammt) oder mit Plankenwänden, von dem cultivirten Lande abzuhalten. Nicht allein, dafs solche Wasserplätze beträchtliche Landesbezirke zu verschlingen drohen, weil darauf, ihrer Gröfse wegen, hohe Wellen entstehen, und ohne die Anwendung kostbarer Kunstmittel wirklich verschlingen, so sind sie auch die Ursache der Kälte, des scharfen Windes und der Unfruchtbarkeit, die in denen ihnen nahe liegenden Gegenden statt findet. Ja nichts ist trauriger, als die an solchen Wasserplätzen oder ausgetorften Landseen liegenden Dörfer, die nur eine Hand breit Land besitzen, in den Regen-Monaten zu besuchen.

Das holländische Gouvernement war daher genöthigt: grofse Summen zu ihrer Austrocknung und Urbarmachung anzuwenden! So sind in Holland ausgetrocknet worden: fast die gesammten Gegenden zwischen *Overschie*, *Leidenschendamm*, *Alphen* und *Gouda*, Tab. 40. und viele Districte von dem Haarlemer-Meer. Auch hat vor etwa 15 Jahren die Austrocknung des Nieukoopschen Wasserplatzes (Tab. 65.) angefangen; wahrscheinlich ist sie aber nicht zu Stande gekommen! Also war bis dahin das Staats-Aerarium in Holland gezwungen, dergleichen Austorfungen oder Wasserplätze, um gröfsere Nachtheile, die sie hervorbringen, abzuwenden, austrocknen zu lassen!

§. 50. Seit etwa zwanzig Jahren ist dem Unwesen, welches darin bestand: dafs die Eigener der Austorfungen, unbekümmert über die Gröfse des Wasserplatzes waren, nur einzelne unzusammenhängende Bezirke austorften, und sich nicht verpflichtet hielten, solche grofse Wasserplätze oder Landseen wieder auszutrocknen, durch Verordnungen gesteuert worden. Keine Kompagnie oder Einzelner darf in einer Gegend, wo nicht schon Torf gestochen ist, solchen graben lassen und also nicht torfen; er habe dann sich anheischig gemacht, den Bezirk, nachdem der Torf ausgestochen ist, wieder zu nutzbarem Eigenthum zu machen, und dem Staat ein gewisses Kapital als Unterpfand zu 2½ p. ct. Zinsen, vorzuschiessen. Meldet sich demnach eine Gesell-

schaft zur Austorfung eines Bezirkes, so werden Untersuchungen und Bedingnisse gemacht, die ich im folgendem Beyspiel zeigen will.

§. 51. Der *Krimpener-waard* (siehe Tab. 35. und 40.) ist durch häufige Ueberschwemmungen und Viehsterben sehr herunter gekommen, es wurde also dafür gehalten: dafs eine Austorfung des Bezirkes zwischen *Stolwyk* und *Ouderkerk*, welcher mit zwey neben einander gezogenen mit Queerstrichen verbundenen Linien auf Tab. 40. von *A* nach *B* umzogen ist, vortheilhaft sey. Diese Linien deuten den Ringdeich der Austorfung an. Die Gesellschaft, welche dieselbe bewerkstelligen wollte, meldete sich um die Erlaubnifs, und dem General-Inspector *Brunings* wurde, von dem committirten Rath von Holland, aufgetragen, zu untersuchen: ob und unter welcher Bedingung diese Austorfung zugelassen werden könne? In dem Advis, van Heeren Gec. Raaden van haar ed. gr. mogende op de Request van eigenaaren etc. beweifst *Brunings*: dafs diese Austorfung nützlich sey. Er sagt: „die Ueberströmungen über den Leckdeich unterhalb Schonhoven, (etwa bey *c*. Tab. 35. und 40.) woselbst der Deich ehemals durchgebrochen wäre, können über den Ringdeich dieser Austorfung nicht fallen, weil zwischen dem Leckdeich und dem Ringdeich *A B B* (T. 40.) noch 9600 Schuh Abstand sey; die Ueberschwemmung sich also nur bis zu ihm ausdehnen werde. Um indessen, im Fall ein Durchbruch des Leckdeichs erfolgte, die Ueberströmung unschädlich, für die Austorfung oder den zukünftig tief liegenden Polder abzuleiten, so müfste die Kompagnie anlegen: *Erstens* in dem Deich, der die Merwede von dem Krimpener-waard abhält, ohnweit der Vereinigung der Yssel, dem Sturmpolder gegenüber und zwar bey *E* Tab. 40. eine Schleuse mit zwey Oefnungen, jede 24 Fufs im Lichten weit.„

Zweytens: „In den ersten zehn Jahren rund um den auszutorfenden Bezirk einen Deich *A B*, Tab. 40. von guter Klayerde aufführen, und die Deicherde müsse aus dem *Yssel-Flufs* ausgebaggert werden, um auch diesen Flufs zu verbessern. Dieser 61200 Schuh lange Deich würde alsdann kosten 260000 Gulden. Er dient, um das in der Austorfung sich sammelnde Wasser vom Krimpener-waard abzuhalten.„

Drittens: „Gouda gegenüber sey eine Kammerschleuse in die Yssel anzulegen, um mit dem Torf in diesen Flufs und aus demselben mit Schlickerde (für den Deich) fahren zu können. Der gesammte Anschlag der Kosten für die Anwendung dieser Kunstmittel, belief sich auf 600,000 Gulden. Der Morgen bringt etwa die Tonne Torf zu 1 stbr., 2300 Gulden.

Viertens. „Ausser dieser Eindeichung und den nöthigen Schleusen müfste sich auch die Kompagnie anheischig machen, die Austrocknung, nachdem der Torf ausgegraben seyn würde, zu bewerkstelligen, welches nach 104 Jahren zu vollziehen sey, wo alsdann die Kompagnie ein Kapital von acht Millionen besitzen würde, nämlich von dem dem Staat, als Bürgschaft für die Ausführung der künftigen Austrocknung, geliehenen Kapitals, sammt dessen jährlichen Interessen!

Vor einigen Jahren ist, meines wissens, die schleuse, Gouda gegenüber, vollendet, also ist die Austorfung zugestanden.

§. 52. Jetzt komme ich nun zur Darstellung derjenigen Methode, wie die Wasserplätze oder Meere in Holland, mittelst Schöpfmühlen, ausgetrocknet und zu nutzbares Eigenthum gemacht werden, und die zugleich die Maafsregeln bey der Entwässerung, mittelst Maschinen, enthält.

Da ich von der Austrocknung grofser Wasserplätze oder Seen, mittelst Maschinen, keine Schrift kenne, so werde ich in den folgenden §§. dieses Kapitels Anleitung davon geben, worin ich mich vorzüglich auf die Austrocknung von *Nieucoop* (siehe Tab. 65. die Karten *A* und *B*) beziehen will, weil sie die neueste Unternehmung der Art in Holland seyn wird.

§. 53. Nachdem der auszutrocknende Bezirk und der Canal oder Flufs, auf welchem sein Wasser aufgemahlen werden soll, aufs genaueste in eine Karte aufgenommen worden ist, so werden darin die Tiefen gemessen, um die Wassermasse, die er enthält, bestimmen zu können.

Hat man diese so genau als möglich aus der Tiefe und dem Flächeninhalt des auszutrocknenden Wasserplatzes berechnet, so ist man nach den angestellten Beobachtungen über den Effect der Schöpfmühlen, die ich in der nächsten Abtheilung mittheilen werde, im Stande: die Anzahl der Mühlen genau zu bestimmen, wenn man die Stärke des Windes und dessen Dauer weifs. Es sey z. B. die Tiefe des Wassers 16 Fufs, und man will die Austrocknung mit Wurfradmühlen bewerkstelligen, wovon jede das Wasser vier Schuh aufmahlen kann, so sind vier Mühlen hintereinander, d. i. ein Gang von vier Mühlen nöthig. Will man Wasserschrauben anlegen, so sind zwey solche Mühlen auf einem Leitbusen, hintereinander, erforderlich. Die obersten Mühlen heben dann das Wasser in den Sammelbusen bey 2. 2., der auf Tab. 65. Fig. *A* liegt. Von diesem wird es in den Canal, die *Aar* genannt, mittelst einer Schleuse 24., durch den Aar-Deich, gehoben; von diesem Canal fliefst es in den Hauptbusen Rheinlands, d. i. in das Haarlemmer-Meer und endlich durch die Schleusen beym *Penningsver*, bey *Spaarndam* und *Halffwege* in das Y. S. Tab. 41.

§. 54. Zuweilen steht der obere Mahl- oder Sammelbusen, auf den die oberste Mühle das Wasser aufmahlt, auch in directer Communication mit dem Hauptbusen, und in diesem Falle vertritt die Wachtthüre von der Schöpfmaschine die Stelle der ersten Schleuse.

§. 55. Von jeden Gang-Mühlen, das ist auf jeder Reihe hintereinander an einem Busen oder Canal stehender Schöpfmaschinen rechnet man den Effect, wenn die Austrocknung nicht lange verzögert werden soll, und wenn Mühlen der gröfsten Art angelegt werden, so, dafs er 600 holländische Morgen trocken legen könne. Ist auf einiges Quellwasser Rücksicht zu nehmen, so wird auch wohl nur 420 Morgen angenommen! Die Schöpfmühle bringe das Wasser 4 Schuh hoch auf, so sind das im er-

sten Falle 600 . 600 . 144 . 4 = 207,360,000 Kubikfuſs für jeden Gang Mühlen oder auch für jede einzelne Mühle eines Ganges *). Mahlt eine Wurfradmühle 1050 Kubikfuſs in einer Minute auf, so sind also 274 Tage, an denen die Mühle im Gange ist, zum Ausschöpfen, bis auf vier Fuſs Höhe, erforderlich; wenn kein Regenwasser hinzukömmt! Also wird die Zeit der Ausschöpfung eines Morgens, wenn drey Mühlen errichtet werden, 274 . 3 = 822; wenn viere nöthig sind, 274 . 4 = 1096 Mahltage betragen. Die Zeit, in welcher der Bezirk ausgetrocknet werden kann, wird also von der Anzahl der Tage, die eine Windmühle im Jahr arbeitet, und von ihrem Effect, bestimmt. In Holland rechnet man, daſs die Mühlen im Jahr etwa 200 Tage gehen. Dieses würde also nach der ersten Rechnung eine Zeit von $4\frac{1}{19}$ Jahr zum Austrocknen geben. Ja! die Aufseher von Rheinland sagten bey dem Plane über die Austrocknung des Haarlemmer-Meeres, (Jaarboecken 1773. p. 389.) „aus der Vergleichung von mehreren Trockenlegungen rechnen wir zur Trockenlegung des Haarlemmer-Meeres, welches 19000 Morgen groſs ist, 28 Gänge von Mühlen, jeder Gang aus vier Mühlen bestehend.“ Das sind also 112 Mühlen der gröſsten Art; folglich mahlte jede $\frac{19000}{28}$ = 686 Morgen trocken. Sie rechnen auf die Mühle 300 Tonnen à 6 Kubikfuſs Wasser in der Minute, also 1800 Kubikfuſs, das ist aber ein Effect bey einem starken Winde, beyläufig von 35 Fuſs Geschwindigkeit in der Secunde. Da dieser Wind etwa 100 Tage im Jahr, selbst nur in flachen Ländern, statt hat, so kann man auf diesen Effect nicht rechnen. Aufs höchste kann, nach den Beobachtungen, die in der bleiswykschen Austrocknung (T. 40.) angestellt sind, und wovon ich die Resultate bey den Schöpfmaschinen selbst beybringen werde, nur gerechnet werden, daſs alle Tage im Jahr, in jeder Minute 170 Tonnen à $5\frac{1}{4}$ Kubikfuſs mit der beſsten Wurfradmühle aufgemahlen werden; das machte jährlich, den Tag zu 12 Stunden, 122400 Tonnen oder 234549000 Kubikfuſs. Wir sehen also, daſs bey der ersten Annahme noch Ueberschuſs ist, daſs man also 600 Morgen mit einem Gang Mühlen füglich binnen vier Jahren — wenn der Wasserplatz 12 Fuſs tief ist, und jeder Gang Mühlen drey Mühlen haben muſs — austrocknen kann, deswegen wurde auch bey dem Austrocknungs-Projecte vom Haarlemmer-Meer 686 Morgen auf einen Gang Mühlen angenommen.

Der *Beemster-Polder*, (S. Tab. 43.) dessen Gröſse 7543 Morgen beträgt, ist mit 12 Mühlgängen ausgetrocknet, das macht 629 Morgen auf einen Gang. Anfänglich hatte man in allem dreyſsig einzelne Mühlen angelegt, nachher fügte man noch zwanzig hinzu, welche 50 Maschinen auf 12 Gänge vertheilt sind.

Die Austrocknung von dem vereinigten *Nordplatz* (siehe Gecombineerde Noordplas auf Tab. 40.) worin Benthuysen liegt, ist 4067 Morgen groſs, und dennoch hat

*) Der holländische Morgen enthält nämlich 600 □Ruthen zu 144 □Fuſs.

man nicht mehr denn fünf Gänge von Mühlen gebraucht, das giebt also auf jeden Gang 813 Morgen.

§. 56. Nach diesen Aufklärungen komme ich auf die, mit den grofsen Schöpfmaschinen zu bewirkende Austrocknungs-Methode zurück. Hat nämlich die oberste Mühle den auszutrocknenden Bezirk um vier Schuh erniedrigt, alsdann kann erst die zwote Mühle erbaut, und in Wirksamkeit gesetzt werden. So waren z. B. im Jahr 1797. in der Austrocknung van Nieucoop Tab. 65. *), die Mühlen 1. 2. 3. 4. 5. fertig **). Dann mufs genau bestimmt werden, in welchen Canälen oder Busen das aufgeschöpfte oder auswässernde Wasser abfliefsen solle, damit der eine oder andere Canal, d. i. die eine oder andere Landschaft oder Polder, nicht zu viel Wasser erhält, und davon überschwemmt werde. Bey dieser Austrocknung ist Folgendes festgesetzt worden: die Busen, worauf die Maschinen das Wasser aufbringen, sind: 1) von den Mühlen Nro. 1. Fig. *A.* T. 65. fliefst das Wasser in den Canal, die *Dregt* genannt, welcher Canal einen Theil des *Amstellands-Busen* ausmacht ***), welcher von den Schleusen 8 u. 9, so wie von derjenigen Schleuse (No. 10.), die man das *Rheinlandsche-Verlaat* ****) Fig. *B.* Tab. 65. nennt, und auf der *Aar* liegt, von *Rhynlands-Busen* oder der *Aar* abgeschlossen 2) Die Mühlen Nro. 5. und 2. Fig. *A.* bringen das Wasser auf die *Aar;* sie mahlen also auch auf Rheinlands-Busen. Die Mühlen Nro. 3. und 4. bringen es gleichfalls auf diesen Busen, aber zunächst auf die *Mey*, nämlich mittelst des Canals, welcher durch *Nieucoop* hinläuft. Ferner sollen nach dem Project, Fig. *A.* Tab. 65. noch zwey Gangmühlen bey 6. und 7. angelegt werden, die das Wasser in die *Cromme-Mydrecht*, also auf *Amstellands-Busen* aufmahlen. 3) Der Bezirk, welchen diese Mühlen beständig trocken erhalten sollen, wird mit dem Binnendeich

*) Der Nieucoopsche und Zevenhovenshe Plas sind ausgetorfte und jetzt mit Wasser angefüllte Bezirke.

**) Die beyden Karten, Nro. A. und B., welche auf Tab. 65. gegeneinander über gestochen sind, stellen den Zustand *vor* und *nach* der Austrocknung dar. Bey dieser Gelegenheit mufs ich denn auch bemerken, dafs auf Tab. 41. dieser Bezirk schon so dargestellt ist, als wenn er wirklich ausgetrocknet wäre, welches nicht hätte geschehen sollen. Als ich im Jahre 1796. diese Karte stechen liefs, stand ich in der Meynung, dafs die Austrocknung damahls schon bewerkstelliget gewesen sey; als ich aber diese Austrocknungsanstalten i. J. 1798. besuchte, wurde ich eines bessern belehrt. Die zwo auf Tab. 65. gegenüberstehenden Karten berichtigen nun nicht allein diesen Irrthum, sondern geben auch eine getreue Vorstellung solcher grofsen Austrocknungen in Holland. Bey Nro. 3. und 4. (vor dem Dorfe Nieucoop) stehen *Wasserschraubenmühlen* (holländisch Vyselsmoolen). Nro. 1. 5. und 2. sind aber verticale Wurfradmühlen, (Scheprad-Moolen) die zwischen Zeevenhofen und der Aar (S. Fig. A. Tab. 65.) liegen. Jene Maschinen bringen das Wasser acht, diese vier bis $4\frac{1}{2}$ Fufs hoch auf.

***) *Amstelland* und *Rheinland* sind nämlich in Holland zwey grofse Hydrotechnische Bezirke, die ihre abgesonderten Busen und Auswässerungs-Schleusen, so wie ihre Deiche und Wasserkehrungen haben, und von denen ich weiter unten handeln werde. Der Leser findet diese für den Wasserbaukundigen äusserst merkwürdigen Bezirke auf Tab. 40. und 41. dargestelt.

****) Diese Schleuse (das *Rheinlandse-Verlaat*) trennt die Innern-Gewässer von Rhynland und Amstelland. Sie ist auf Tab. 41. bey Nieuveen mit *Verlaat* R. bezeichnet.

a b c d Fig. *A.* von dem übrigen Theil des *Nieucoop*schen-Polders abgeschlossen werden, damit *Rheinland* und *Amstelland* auf seinen Busen, jedes nicht mehr Wasser erhalten kann, als in den Gräben der zwo gesammten Bezirke stehen wird. 4) Das Wasser des Bezirkes nördlich *Zeevenhofen* soll auf *Amstellands-Busen* aufgemahlen werden, und zwar mit den Schöpfmühlen I. II. und III. Fig. *A.* Tab. 65.

§. 57. Die Canäle oder Flüsse, welche in der Nähe eines Wasserplatzes fliefsen, und dessen Busen ausmachen, müssen von diesem, mittelst Schleusen, Deichen und den Wachtthüren der Schöpfmühlen abgeschlossen seyn, wenn man einen Wasserplatz austrocknen will; denn sonst würde ja das Wasser dieses Busens in den Wasserplatz wieder zurückkehren. Die Schleusen, welche z. B. *Rheinlands-Busen* (d. i. bey der Austrocknung von Nieucoop, die Aar und der Rhein) von der Nieucoopschen Austrocknung Tab. 65. Fig. *A* und *B* abschliefsen, sind unter andern die Schleusen 8. 12. 13 und 17. Fig. *A*; von Amstellands-Busen trennen sie aber die Schleusen 10. 9. 24 und 3. und mehrere Schleusen! So macht z. B. die Schleuse Nro. *IV.* Fig. *A* eine Wasserstrafse zwischen dem Wasserplatz und der Aar, welche von den Torfschiffen befahren wird, die aus dem Nieucoopschen Platz kommen, möglich.

Es ist also, wie der Leser leicht begreift, eine absolute Absonderung der Sammelbusen, worauf die Mühlen mahlen, von dem Wasserplatz selbst, auch alsdann nöthig, wenn diese Busen hoch anlaufen. Folglich mufs ein solcher auszutrocknender Bezirk mit einem Deich oder Damm, (*Ringdeich* genannt, s. Fig. *A.* Tab. 65.) (holländisch Ringdyk), längs der Cromen-Mydrecht, welcher ihn von dem Hauptbusen Tab. 65. trennt, umgeben seyn. Dieser Ringdeich wird aber nicht eher angelegt, bis die obersten Mühlen das Wasser vier Schuh erniedrigt haben, denn bis dahin ist ein Austreten des Hauptbusens nicht sehr zu fürchten, und man mufs doch diesen Deich auf einen trockenen Boden legen, wenn nicht die Kosten vermehrt werden sollen. Längs einem solchen Deiche wird binnenwärts ein Graben gemacht, welcher nicht nur die Deicherde hergeben mufs, sondern der auch das Wasser auszieht, und diesen nennen die Holländer *Ringslot*-Ringgraben. In dieser Austrocknung ist keiner projectirt, aber in der von *Benthuysen* Tab. 40. sehen wir einen solchen Ringgraben.

§. 58. Auch die Mahlbusen, worauf die Mühlen stehen, und mahlen, müssen von Dämmen (Busendämme genannt) eingefafst seyn, ehe die Austrocknung gänzlich bewerkstelliget werden kann; denn das darin aufgemahlte Wasser darf ja in den tiefen Bezirk nicht zurücktreten. Zu gleicher Zeit also, wenn die Schöpfmühlen angelegt werden, mufs der Mahlbusen eingedämmt seyn, wie dieses Fig. *A.* Tab. 65. zeigt.

Damit das Wasser aber aus diesen Mahlbusen in den Hauptbusen, von der obern Mühle ab, auf die leichteste Art, gefördert werden kann, mufs der eine so wie der andere Busen von Unkraut und Modder gereinigt seyn, und einen ebenen Boden haben. Auch müssen von dem Mahlbusen alle Queergräben durch Abdämmungen abgeschlossen seyn, damit derselbe nicht darin hineintrete, und diese Abdämmungen,

so wie die Eindammung des Mahlbusens oberhalb der Mühle mufs, während die Mühle erbaut wird, bewerkstelliget werden. Die Busendämme dürfen, des Durchsickerns wegen, aus keiner andern, als aus guter Deicherde oder Klay gemacht, mit Rasen belegt und in den Boden selbst hineingesenkt, das ist, nicht auf den Grasboden gelegt werden, damit sie das Wasser nicht durchlassen. In dieser Hinsicht müssen auch die alten Dämme mit dem neuen Damme, durch Umgrabung und Vermischung der Deicherde, aufs sorgfältigste verbunden werden.

§. 59. Ist nun ein solcher Wasserplatz von den obersten Mühlen vier Schuh hoch vom Wasser befreyt, und der Ringdeich angelegt, so wird die zweyte Mühle, und so weiter die übrigen Schöpfmühlen, erbaut, so wie ihre Busendämme! Eine Mühle bringt also das Wasser vor das Gerinne der andern und respective auf ihren Mahlbusen.

§. 60. Wenn der Bezirk vom Wasser befreyt ist, so wird er nicht nur geebnet, sondern auch mit grofsen und kleinen Entwässerungsgräben versehen, die wir in der Karte *A* Tab. 65. angedeutet finden. Sie nehmen das Schnee - und Regenwasser, so wie die Feuchtigkeit aus dem Lande und das etwaige Grundwasser selbst auf; führen alles Wasser nach den untersten Mühlen hin, wenn diese im Gange sind; welche Mühlen es der zweyten Mühle, diese der dritten, die dritte der vierten, und die vierte dem Hauptbusen, der mit dem obersten Mahlbusen, während die Mühle arbeitet, correspondirt — zufördert, von wo es in den Hauptbusen, den Mahlkolck, in den Canal, ins Meer, oder in den Flufs — abfliefst.

§. 61. Die grofsen Entwässerungsgräben, an denen gewöhnlich die Dörfer angelegt werden, dienen dann zugleich zu Schiffahrts-Canälen (holländisch *Fahrten*), und stehen auch wohl, mittelst hölzernen Kastenschleusen, mit den Hauptschiffahrts-Canälen in Verbindung. Bey diesem Local von Nieucoop dient dazu eine Schleuse 30 Fig. *A*. (Tab. 65.) die unterhalb der Mühle Nro. 1., das ist zwischen *Zevenhofen* und der *Drecht* liegt.

§. 62. Nach der Beschaffenheit des Terrains werden dann die kleinen Zuleitungsgräben angelegt. In denselben, wie in allen Sammelgräben kann natürlich, da der Wasserkörper, den sie fassen, keine Neigung hat, nicht eher eine Bewegung des Wassers erfolgen, bis die Schöpfmühlen in Bewegung kommen, die das Wasser aufmahlen, wo es dann nach dem Hauptgraben, auf welchem die unterste Mühle steht, hinfliefst, denn diesem sein Wasserspiegel wird in der Nähe der Mühle erniedrigt, nach Maafsgabe, wie die Mühlen das Wasser auf den Mahlbusen aufbringen.

Es mufs demnach derjenige Graben, worauf die unterste Mühle steht, eine zum Einschlürfen des Wassers nöthige Breite und Tiefe haben, und dessen Bett mag sich erweitern, je näher es der Mühle kömmt. Es mufs auch beständig von Unkraut, Modder u. d. gl. rein gehalten werden, und deswegen stellen öfters die Poldermeister und Beerbten, das sind die Aufseher der Polder und Grundeigner, sorgfältige

Grabenbesichtigungen an, um zu sehen, ob die Gräben auch gehörig gereinigt sind, und diese Untersuchung heiſst in den Marschländern eine *Grabenschau*.

Wir sehen daher aus dieser Erklärung, daſs es zweckmäſsig ist, in einem solchen ausgetrockneten Bezirk die Gräben dergestalt zu leiten, daſs sie auf die bestmöglichste Weise dem Wasser einen ungehinderten Zufluſs nach dem Mühl- oder Hauptgraben gestatten. Ein Beyspiel von einer zweckmäſsigen Distribution der Gräben finden wir in der Austrocknung von Bleiswyk Tab. 40. Die Figur des Wasserplatzes kann indessen die Anwendung dieser Regel sehr erschweren, wie dies der Fall bey der nieucoopschen Austrocknung, Fig. *A.* Tab. 65. seyn wird, wo die Gräben nach verschiedenen Richtungen gezogen werden müssen.

§. 63. Nach vollendeter Ebenung des ausgetrockneten Bezirks, werden die Wege aufgeworfen und alle kleine Gräben geführt, so daſs der Bezirk, mittelst diesen, in mehrere Grundstücke getheilt ist. Endlich wird

Der vom Staate ausgetrocknete Bezirk auch von demselben theilweise verkauft. Er wird deswegen sehr genau aufgenommen, und in Kupfer gestochen; die Karte erhält dann jeder Grundeigner, dem sie bey dem Ankauf vorgelegt wird.

Alle neuen Grundeigner müssen sich aber anheischig machen, gemeinschaftlich, die Auswässerungsschleusen, die Polderdeiche, Busendämme, Schöpfmaschinen, Gräben und Mahlbusen zu unterhalten. Sie wählen dann Poldermeister, welche die Wasserbau-Angelegenheiten des Polders besorgen, und stellen bey jeder Schöpfmaschine einen Mühlmeister an.

§. 64. Die Kosten einer solchen Austrocknung sind sehr beträchtlich; denn von der Nieucoop- und sevenhovenschen sollen sich dieselben auf zwey Millionen Gulden belaufen. Die beſsten und gröſsten Austrocknungen, welche in Holland im vorigen Jahrhundert ausgeführt wurden, sind die Austrocknungen von Bleiswyk und von dem vereinigten-Nordplatz (gecombeenerde-Nordplas) Tab. 40. und mehrere Austrocknungen am Haarlemmer-Meer. Der Polder von Bleiswyk ist uns vorzüglich wichtig, weil bey dessen Schöpfmühlen viele Beobachtungen angestellt sind, die in der Folge, bey den Maschinen, erörtert werden sollen. Sämmtliche Austrocknungen, die in Holland gemacht worden sind, betragen mehr denn siebenzig Tausend holländische Morgen, und diese mögen auszutrocknen über zweyhundert Millionen Gulden, nur bey der ersten Anlage, gekostet haben. Holland ist demnach für denjenigen Wasserbaukundigen, welcher Austrocknungen und Entwässerungen zu machen hat, eine treffliche Schule, und ich will also den Innern-Wasserstaat dieses Landes beschreiben.

ZWEYTES KAPITEL

DES PRACTISCHEN THEILS DER AUSTROCKNUNGS-ENTWÄSSERUNGS- UND AUSWÄSSERUNGS-KUNDE.

DAS IST:

Von den Austrocknungs- Entwässerungs- und Auswässerungs-Anstalten und der Circulation der künstlich geleiteten Gewässer in den ehemaligen Provinzen Holland, Utrecht, Geldern und Friesland; von den Auswässerungs- und Entwässerung-canälen, Schleusen und Maschinen, die zu diesem Behufe angelegt sind.

Erstens.

Von dem *Innern-Wasserstaat* von *Nordholland:* siehe Tab. 41. 42. 43. und 44 *).

§. 65. Unter den *Innern-Wasserstaat* von *Nordholland* verstehe ich, die gesammte Circulation des, vermittelst den Deichen (Dämmen) und Schleusen, von den Gewässern der *Nord-* und *Südersee*, von denen des *Y*'s und der *Zaane* und den Flüssen, abgeschlossenen, nördlich dem *Y* circulirenden Binnenwassers **); so wie auch die *Aus-* und *Entwässerung* des für jeden denkenden Menschen höchst merkwürdigen, gröſstentheils durch Kunst gewonnenen Bezirkes, welcher zwischen der *Nordsee* und dem *Y* liegt. Mann nennt ihn jetzt im Allgemeinen *Nordholland*, ehemals aber *West-Friesland.*

§. 66. Es ist vielleicht in Europa keine Austrocknung und Entwässerung irgend eines dem Meere abgedeichten oder abgewonnenen Landes lehrreicher für den Ingenieur, und künstlicher angeordnet, als die von *Nordholland.* Auf der andern Seite ist sie aber wesentlichen Mängeln unterworfen. Sie zeugt auch von dem Reichthum und der Beharrlichkeit der Holländer! In der That übersteigt diese bey den Austrocknungen Hollands allen Glauben. Unter vielen Beyspielen will ich nur eines an-

*) Das Maaſs ist in dieser Materie und bey allen übrigen, den holländischen Wasserstaat betreffenden Gegenständen, das rheinländische.

**) Die ungehinderte Communication der *Zaane* mit dem *Y* Tab. 41. ist 1326., mittelst eines Dammes, gesperrt worden. Anfänglich hatte man hier Rollbrücken (overtoome), das sind mit Rollen versehene schiefe Flächen, worauf die Schiffe gezogen werden und herabgleiten; 1398. wurde statt der Rollbrücke zu Zaanredam eine Schleuse (S. Tab. 41. das Wort *Sluisen*) an dem Zaane-Fluſs angelegt.

führen: Als im Jahre 1610. die *Beemster* genannt (Tab. 43) (ein ehemaliger Landsee) welche sieben bis 9 Fuſs tief war, bereits durch sechs und zwanzig Schöpfmaschinen in zwey Jahren ausgetrocknet war, brachen die längs den Entwässerungs-Canälen und der See aufgeführten Dämme durch, und das Wasser trat in die Beemster zurück! In vier Monathen wird der viele Meilen lange, und oben 24 Schuh breite Damm wieder aufgeführt, und das Wasser wird von neuem mit den Schöpfmühlen ausgeschöpft! Abermals setzt die Natur dem Unternehmen ein Hinderniſs entgegen: der Sturmwind woogte das Wasser gegen die Dämme, die es zerriſs, und so wurde ein Theil der Beemster unter Wasser gesetzt! Man legte jetzt in allem 30 Windschöpfmaschinen an, und bereits im May 1612. war die Austrocknung glücklich bewerkstelligt! *)

Auf der unten angeführten Karte befindet sich noch das Verlaat in einem Damm, welcher angelegt wurde, um das *Wyker*-Meer von dem Schermeer (Tab. 43.) zu scheiden, wodurch die Austrocknung durch Anschlämmung des letztern Meeres so sehr befördert wurde! Dieser Damm kommt auf dieser Karte bey Nro. 29. unter dem Namen *Nieuwendamm* vor, und der Leser findet ihn auf Tab. 41. bey dem Dorfe gleiches Namens verzeichnet.

§. 67. Man erstaunt über den Fleiſs und die Betriebsamkeit der holländischen Nation, wenn man auf dieser Karte noch die vielen und beträchtlichen Landseen in Holland, Meere genannt, sieht, die nach der Zeichnung damals mit groſsen Schiffen befahren wurden, jetzt aber zu trockenes und urbares Land gemacht sind, und die wir als Polder auf Tab. 41. und 43. finden. Erwähnter letzter Herausgeber dieser Karte (Berkhey), welcher durch seine vortreffliche Naturgeschichte von Holland be-

*) Die beſsten Nachrichten über den ehemaligen Localzustand *Nordhollands* findet man in einer alten Karte von 1575. Der Titel dieser Karte ist: Caerte van Noorthholland beghinnende van Noortendt, Zuytwaerts up tot om Leyden toe, Voorts streckende Ostwaerts tot om Utrecht, weder Noortwaerts up in de Zuyder Zee, met alle syn steden, dorpen, Dyken, Weghen, Wateren, en Vaerten daer inne begrepen elex na syne rechte ghelegheuheit. Anno 1575. den 31ten July ghedaen ende uit ghegewen dese Caerte by mye Joost *Jansz.*

Diese Karte wurde, wie der Titel zeigt, in dem Jahre 1575., also zur Zeit des Krieges, worin Holland um seine Freyheit stritt, von Joost Jansz mit dem Zunahmen Beelsnyder, weil er eigentlich Bildhauer war, der aber in Amsterdam wohnte und als ein geschickter Kartenfertiger lange berühmt war, auf Befehl *Philipp II*, dem damals Amsterdam noah anhieng, verfertigt. Wiewohl derselbe ein Privilegium vom Könige von Spanien erhielt, daſs sie ihm nicht nachgestochen werden durfte, so sind die ältesten Abdrücke, (und deren Anzahl nach einer gedruckten Nachricht von Joannes le Francq van Berkhey, vielleicht nur vier bis fünf ist) von einem Namens Hermann Allerts van Warmenhuysen, den Herrn Staaten von Nord-Holland und Westfriesland dedicirt. Die geringe Anzahl davon vorhandener Exemplare veranlaſste Berkhey, diese Karte von Neuem im Jahre 1778. herauszugeben. Aber auch diese Ausgabe scheint sehr selten geworden zu seyn, da es mir selbst in Amsterdam viel Mühe und Nachfragens kostete, sie zu erhalten. Ihr neuer Titel ist; Vernieuwde Kaart van Nordholland en Westfriesland en daar aangrenzende Landen; met alle naauw Keurigheid gevolgd, naar de Caerde van Joost Jansz Beelsnyder Ao. 1575., door Jan van Janszen 1778. Uitgegeeven by Yntema en Tieboel te Amsterdam.

rühmt geworden ist, giebt in seinem Bericht (Noodigen Berigt) eine ziemlich vollständige Nachricht von diesen Meeren. Ihre Gröſse war folgende:

Das *Beemster-Meer* (Tab. 43.) miſst 7545 holländische Morgen. Es wurde 1612. bedeicht. Die Gröſse des 1628. trocken gelegten *Belmer-Meeres* 148 Morgen. Das *Broeker-Meer* (Tab. 41.) ist 304 Morgen 375 Ruthen groſs und wurde 1628. ausgetrocknet. Das i. J. 1628. ausgetrocknete *Buikslooter-Meer* (Tab. 41.) ist 368 Morgen 268 Ruthen groſs. Das *Bylemmer-Meer* (Tab. 42.), welches jetzt zum Theil trocken, zum Theil noch wasser und 600 Morgen groſs ist, wurde 1627. bedeicht. Das *Diemer* 705 Morgen groſse Meer (Tab. 41.) wurde 1629. bedeicht. Der Deich, welcher es umgiebt (Ringdyk) ist 30000 Schuh lang. Das *Haarlemmer-Meer* ist bisher nicht trocken gemacht worden, so viele Projecte auch zu dessen Austrocknung entworfen worden sind. Vor einigen Jahren hat man die bey Kattwyk (Tab. 41.) schon im 17ten Jahrhundert projectirte Auswässerungs-Schleuse angelegt, welche unter den neusten holländischen Anlagen die wichtigste ist! Das *Naarder-Meer* (Tab. 42.) hat man 1628. versucht, trocken zu legen, fand aber, daſs der Boden dazu nicht geschickt war, und daſs das Quellwasser nicht verhütet werden konnte *). Das *Nordeinder-Meer*, 50 Morgen groſs, ist auch seitdem bedeicht. Das *Purmer-Meer* (Tab. 41.), 2981 Morgen 593 Ruthen groſs, wurde 1622. bedeicht. Das *Sap-Meer*, 25 Morgen groſs, ist später bedeicht. Das *Schlager-Meer*, 600 Morgen groſs, wurde 1631. ausgetrocknet. Das *Schals-Meer*, 73 Morgen groſs, wurde nach dieser Zeit trocken gelegt. Das 6161⅗ Morgen enthaltende und ohnweit Alkmaar liegende *Schermer-Meer* (Tab. 43.) ist 1632. mit einem 108000 Schuh langen Deich umgeben und ausgetrocknet worden. Das *Slooter-Meer* wurde 1644. bedeicht. Das *Ster-Meer*, 689 Morgen groſs, wurde 1643. urbar gemacht. Die nördlich Alkmaar liegende *Zype* (Tab. 43.) enthält 9060 Morgen. Dieser ehemalige Landsee war vor der Mitte des 17ten Jahrhunderts bedeicht und ausgetrocknet. Das westlich Hoorn auf Tab. 43. liegende *Wog-Meer*, dessen Flächen-Inhalt 733 Morgen beträgt, wurde 1607., und das nördlich Saanredam gelegene 1803⅗ Morgen groſse *Wormeer* (Tab. 41.) 1626. mit einem Deich umgeben und ausgetrocknet. Das kleine *Wormeer*, welches 114 Morgen enthält, wurde 1624. urbar gemacht. Der östlich Alkmaar auf Tab. 43. gelegene *Waert-* oder *Heer-Huigenwaard*, welches ehemals eine Landsee war, ist 3285 Morgen groſs. Er wurde 1631. bedeicht und trocken gelegt. Wie groſs muſs also nicht im Anfange des 17ten Jahrhunderts der Reichthum der Nordholländer gewesen seyn, da sie diese kostbare Unternehmungen, wogegen alle übrigen Austrocknungen der bekannten Welt, in Hinsicht der Kosten, gar nicht verglichen werden können, ausgeführt haben!

*) Tegenwordige Staat van Holland. VIII. Deel. bl. 129.

§. 68. Um eine anschauliche Darstellung von dem nordholländischen Innernwasserstaate zu liefern, die gröſstentheils das Resultat der von mir angestellten Local-Untersuchungen ist, habe ich die vorzüglichsten Busen oder Canäle, worauf die verschiedenen Schöpfmühlen das Wasser, aus den ausgetrockneten Meeren und Poldern und aus dem Altenlande, aufmahlen d. i. aufférdern, mit Farben auf die Kupfertafeln 41, 42, 43 und 44 illuminiren lassen. Diese Blätter wird daher der Leser vor sich legen, und der gleich im Anfange dieser Abtheilung gegebenen Definitionen sich erinnern müssen, wenn er die folgende Materie verstehen will.

§. 69. Zwey Hauptbusen oder Recipienten, nämlich *Schermeers* - und *Raaxmaats - Busen* *) und einige andere Sammelcanäle, von geringer Bedeutung, sind es, in denen das Binnenwasser, welches sich in den kleinen Canälen und Gräben Nordhollands sammelt, aufgemahlen, und von denen es durch Seeschleusen westlich und nördlich in die Südersee, und südlich in das Y abgeleitet wird. In dieser Hinsicht muſste eine Wasserhöhe dieser Canäle festgesetzt werden, bis zu welcher dies Wasser darin stehen sollte. So kann z. B. *Schermeers* Busenwasser im Winter 7¾ und im Sommer 19¾ Zoll unter dem Nullpunct des Amsterdamer Pegels gehalten werden, und deswegen nennt man jene 7¾ Zoll den Winter - und 19¾ Zoll den Sommerpegel. Auf *Raaxmaats - Busen* stehen aber keine Pegel.

§. 70. *Schermeers - Busen* nimmt das in den Gräben gesammelte Wasser durch Hülfe der Schöpfmühlen aus folgenden ausgetrockneten Meeren auf: als nämlich aus dem *Schermeer*, der *Beemster*, dem *Stermeer*, Tab. 43. dem *Purmeer*, dem *Woormeer*, Tab. 41.; kurz aus den Bezirken, deren Gewässer eine ungehinderte Communication mit ihm haben. Diese Gewässer oder Canäle sieht man sehr deutlich auf Tab. 41. 42. 43. und 44., wenn man sich die Mühe nimmt, den Bedeichungen nachzugehen, und die Communications - Schleusen in diesen Deichen aufzusuchen.

Nördlich wässert dieser Schermeers - Busen in die Südersee am Ende der *Zype*, durch die groſse Seeschleuse (Tab. 43. *Groot - sluis*) aus. Südlich in das Y, und zwar erstens durch die zwo Schleusenöfnungen bey *Nauwerna* (Tab. 41.) und durch die Duyker - Sluis, und zweytens durch die Schleusenöfnungen bey *Saanredam* oder *Zaandamm* Tab. 41. Oestlich entlastet sich dieser Busen in die Südersee durch die Schleusen bey *Monnikendam* Tab. 42.; zu *Edam* Tab, 44., und durch die groſse Schleuse zu *Schardam* Tab. 43., welche die Hoorn - Schleuse (Tab. 75.) genannt wird; so wie durch zwey andere Schützschleusen bey *Schardam*, siehe Tab. 43. die *Duikersluisen* genannt. Alle diese eilf Schleusen liegen vortrefflich und ihr Drempel oder ihre Flur acht Fuſs unter die ordinaire Fluth, da doch der Boden von *Schermeers*-

*) Der erstere Hauptbusen das ist *Scheermeers - Busen* ist auf Tab. 41. 42. und 43. *grün*, und der zweyte oder *Raaxmaats - Busen* ist *roth* illuminirt.

Busen diese Tiefe nicht erreicht, und vorzüglich jetzt nicht, wo er sehr verschlammt ist. Diese Schleusen allein haben wenigstens 1½ Million Gulden gekostet!

Die circulirende Bewegung des Ebbe- und Fluthstromes in der Südersee und dem Y theilt dem Wasser in allen auf den angezeigten Karten, mit rother Farbe bezeichneten Canälen oder dem *Schermeers*-Busenwasser selbst, eine solche Bewegung mit, die nach verschiedenen Richtungen statt findet, je nachdem sich die Schleusen öfnen. Wenn z. B. die Schleusen am Y bey *Nauwerna* und *Saanredam* Tab. 41. während der niedrigsten Ebbe und bey stillem Wetter, auswässern; so ist es an den Schleusen bey *Schardam*, *Monnikendam* und *Edam* (Tab. 42. und 44.) ¼ und halbe, nördlich vor der Grofsen-Zyperschleuse (Tab. 43.) volle Fluth. Diese letztere Schleuse leistet deswegen vor den übrigen einen anhaltenden Auswässerungs-Effect, weil vor ihr die Ebben tiefer, als vor den andern Schleusen fallen.

Ich mufs hier noch bemerken: dafs, da vor den Schleusen zu Zaanredam Ebbe und Fluth statt findet, die Zaane des Sommers bey trockener Witterung zur Schiffahrtsfähigen Höhe aufgestauet werden kann, indem man das Y-Wasser, vermittelst derer bey Zaanredam liegenden Schleusen, in die Zaane selbst hineinläfst!

§. 71. *Raaxmaats-Busen*, das sind diejenigen Canäle, welche, wie gesagt, auf Tab. 43. roth illuminirt sind, ergiefst sich eines Theils bey *Aardswoude* (Tab. 43.) westlich *Medenblick*, aus der in dem Polder, die vier *Noorder-Coggen* genannt, gelegenen Seeschleuse, welche die *Groote Geestmeer Ambagts*-Schleuse heifst, in die Südersee, andern Theils aber wird dessen Busenwasser auf Schermeers-Busen aufgemahlen, und zwar vermittelst dreyzehn Streichmühlen (Strykmoolen) *). Davon stehen vier bey Alkmaar nördlich Outdorp; fünfe am Huggendyk, und vier zu Rustenburg. Diese 13 Schöpfmühlen findet der Leser auf Tab. 43. östlich Alkmaar bey den angeführten Dörfern beschrieben. Uebrigens wird das Wasser in dem Raaxmaats-Busen mit 51 Wurfradmühlen aufgefördert, welche auf Tab. 43. mit einem eine Windmühle andeutenden Kreutze, worunter zwey bis drey Striche stehen, bezeichnet sind **). Das Wasser, welches die genannten dreyzehn Streichmühlen, von welchen 11 zum *Huygenwaard* (ehemals Meer, jetzt ein ausgetrockneter hydrotechnischer Bezirk) gehören, und von denen es nach *Aardswoude* (Tab. 43.) fliefst, wo es auf den dortigen roth illuminirten Sammelteich, (Kolk) mittelst Mühlen, geworfen wird; von dem es in die Südersee durch Schleusen abfliefst. Auch hat Raaxmaats-Busen-

*) Das sind solche Wurfradmühlen, die das Wasser nur zwey Fufs hoch aufmahlen. Sie streichen das Wasser also gleichsam nur auf, daher auch die Benennung sehr anpassend ist. Hier ist es durchaus zweckmäfsig: dafs die dreyzehn Streichmühlen das Wasser nur bis auf eine bestimmte Höhe bringen können, denn sonst würde Schermeers-Busenwasser von Raaxmaats-Busenwasser zu sehr belastet. Diese 13 Streichmühlen sind auf der 43. Kupfertafel beschrieben mit *Strykmoolens*.

**) Diese Bezeichnungsarten zeigen auf allen den Karten von Holland dieses Werkes solche Schöpfmühlen an; zuweilen steht auch ein *W* (Waater-moolens) dabey.

wasser oder hier directe der Busen von Huygenwaard, durch zwey Canäle, der eine geht längs dem südlich *Aardwoude* gelegenen *oude-Nieudorper-verlaat* (Tab. 43.) nach Norden und der andere durch *Berkmerbrug* nach Osten und Süden eine Communication mit andern Busen.

Schöpfmühlen giebt es hier eine Menge, so hat Raaxmaats-Busen ein und fünfzig und Schermeers-Busen hundert drey und sechzig Wurfradmühlen, die das Wasser aufmahlen. Und das Wasser von Schermeer wird vierzehn Fuſs aufgeworfen, nämlich durch Gänge von vier Mühlen. Die Wurfradmühlen der zwo Bezirke kosten also über sechs Millionen Gulden.

§. 72. *Der Busen der Schaager-Coggen*, welcher sich bey *Colhorn* in die Südersee, mittelst einer Schleuse, entlastet, ist auf Tab. 43. gelb illuminirt. Er wird auf den Sammelteich mit drey Streichmühlen gemahlen, und neun andere Wurfradmühlen bringen in demselben das Wasser auf.

§. 73. In dessen Nähe zieht sich der Busen von den *Nieudorper-Coggen*, der auf Tab. 43. braun illuminirt ist. Derselbe entlastet sich durch die Schleuse bey *Lütkewinkel* in die Südersee. Eilf Mühlen bringen in diesen Busen das Wasser und aus demselben fünf Mühlen in den schmalen Sammelteich davor, von wo es in die Südersee durch die obige Lüthewinkeler-Seeschleuse abläuft.

§. 74. Das Binnenwasser des Polders, den man den *Wieringer-waard* (Tab. 43.) nennt, und der westlich dem nördlichen Ende der Zype liegt, welches von fünf Mühlen aufgemahlen wird, wässert durch die *groote-oost nieuwe-sluis* und die südlicher ohnweit *Colhorn* liegende *schutt-sluis* in die Südersee aus.

§. 75. *Drechterland* (Tab. 44.) *), welches die östliche Spitze von Nordholland ausmacht, hat mehrere hohe Busen, von wo aus die Auswässerung in die Südersee durch Schleusen geschieht. 1) Wird zwischen *Medenblick* und *Enkhuysen* das Binnenwasser durch vier Mühlen bey *Geuseburt* (s. auf Tab. 44. 4. watter-m.) aufgeschöpft, wo es durch die Schleuse (sluis) ausflieſst. 2) Stehen nördlich *Enkhuysen* bey dem Thore drey Mühlen (auf Tab. 44. mit 8. *w.* bezeichnet), welche das Binnenwasser in die Gragten (Canäle) der Stadt werfen, worin auch dasjenige Wasser, welches südlich dem Dorf *Broeck* steht, von zwey andern Schöpfmühlen, die auf dem Entwässerungscanal mit *w.* angedeutet sind, geworfen wird. 3) Bringen drey Wurfradmühlen, bey *Wenhuysen* (siehe 3. *w.* auf Tab. 44.) stehend, das Binnenwasser zur Mühlenschleuse (*molen-sluis*). 4) Mahlen zwey Mühlen bey *Wydenes* (2. *w.*) und noch zwey bey *Schellinghout*, so wie drey westlich und mehrere östlich *Hoorn;* kurz

*) Die Ländereyen von Oster-Cogge in Drechterland liegen 6 1/2 Fuſs; bey Aardswoude 3 1/4; bey Lambersschaagen 3 1/2; bey Copperhoven 3; bey Twisck 2 1/2; bey Medenblick 3 3/4 Fuſs, unter der täglichen Fluth (Verbaal van 1731.). Sollte also eine solche Fluth, wie die von 1717. war, die nordholländischen Deiche betreten, so würden diese Lande von 13 1/2 bis 16 1/2 Fuſs hoch mit Wasser bedeckt werden. Das Meer stand nämlich damals 10 Fuſs über die tägliche Fluth.

33 Mühlen mahlen das Binnenwasser auf die verschiedenen Busen, von wo es durch Schleusen (alle auf den angeführten Karten Tab. 44. gezeichnet) in die Südersee abfliefst. (Siehe den Bezirk westlich Medenblick auf Tab. 43. und Tab. 44.).

§. 76. *Die vier Polder von Noorder-Coggen*, welche auf Tab. 43., zwischen Medenblick, Aardswoude und Carspel liegen, haben 27 Wurfradmühlen und verschiedene Busen, als bey *Medenblick*, worauf 14 Wurfradmühlen stehen, aus deren Kolk oder Sammelteich das Wasser durch drey Schleusen in die Südersee abfliefst. Westlich Medenblick Tab. 43. sind noch mehrere Schleusen und Wurfradmühlen zu ähnlichem Behuf: als da ist die *Coopershoorn-Schleuse*, die vor dem Dorfe *Lamberschagen* liegende Schleuse, die *Nolle-Drah-* und die *Aardswouder-Schleuse*.

§. 77. *Waterland*, (siehe Tab. 42.) wozu man auch die Polder von Wormeer und Purmeer zählt, und das am Y, Amsterdam gegenüber, anfängt, und sich bis Monnikendam erstreckt, hat mehrere Auswässerungsschleusen, ohne die oben bey Schermeers-Busen angegebenen Schleusen zu rechnen. So liegt z. B. südlich *Monnikendam* (Tab. 42.) die Auswässerungs-Schleuse von *de Poot*; ferner die *Bege-Sluis*, die Ruyper- die Durgerdammer- die Nieuwendammer- und Buykslooter-Schleusen. Diese drey letztern Schleusen liegen auf Tab. 41., im nördlichen Deiche des Y's, beynahe *Amsterdam* gegenüber.

§. 78. Wir sehen also: dafs die Auswässerung von *Nordholland*, oder dessen Wasserstaat, im Allgemeinen von dem Stande der Ebbe in der Südersee und im Ye; insbesondere aber von dem guten Zustande derjenigen Dämme, welche die verschiedenen Busen einschliefsen, so wie von der Reinigung und Weite aller Wassergräben, Canäle und Busen; ferner von dem Effecte der Schöpfmühlen, und endlich von der Tüchtigkeit und Wirksamkeit der längs der Südersee und dem Y gelegenen Auswässerungsschleusen und der Seedeiche, abhängt. Kurz dieser Innere-Wasserstaat steht in genauer Verbindung mit den Seedeichen, mit dem Seeuferbau, mit den Profilgröfsen und Tiefen der zwo Meerbusen *Texel* und *Vliestrom* (Siehe I. Bd. 511. u. s. w. und Tab 45.) *). Deswegen müssen sich auch alle Höhen der Deiche und des Busenwassers auf die gewöhnliche Fluth vor Amsterdam, d. i. auf den Amsterdamer-Pegel beziehen.

§. 79. Nach dieser allgemeinen Analyse wird es nöthig seyn, die Circulation von *Schermeers-Busenwasser* näher zu erklären. Der Abflufs des Busenwassers von *Schermeer* nach der *Grofsen-Schleuse*, welche in dem nördlichen Seedeiche der *Zype* (Tab. 43.) liegt, erfolgt folgendermafsen: weil in den äufsern Canälen (Gragten) der Stadt *Alkmaar*, zu Osten und Westen, zwey steinerne Stau-Wehre (französisch

*) Erhöhet nämlich die durch diese Seemündungen einströmende Fluthmasse den Stand der Südersee, folglich auch des Ye's, so müfsten augenblicklich die Auswässerungs-Anstalten Nordhollands leiden, weil die Schleusen nicht mehr das Wasser der Canäle ausfördern könnten.

Bartardeaux, holl. Beer) liegen, so mufs das besagte Busenwasser durch diese Canäle selbst, und kommt alsdann erst an der süderseite, durch drey Brücken, die ein Profil von 587 Quadratfufs enthalten *); von da fliefst es nordwärts durch einige stadt-Gragten von ungleicher Gröfse und durch eine Schleuse, deren Profil 265 Quadratfufs beträgt. Von *Alkmaar* setzt es seinen schleichenden Lauf in dem Canal (siehe Treckvaart op zand Tab. 43.) längs *schorldam* fort, bis es in dem Deich der Zype bey Crabbendam, eine Schleuse trifft, auf die der Leser besonders achten wird, weil sie ein sehr anmerkenswerthes Hindernifs des Abflusses, und also für den zustand des wasserstaats von Schermeers-Busenwasser sehr nachtheilig ist. Sie heifst die *Kleine-zyperschleuse* (siehe Tab. 43. Zyper-sluisje). Ihr Profil ist nur 65 Quadratfufs. Sie besteht aus einem Aufziehschütz und drey paar stemmthore, wovon ein paar nach der Zype, und zwey paar nach der koedikschen vaart, (d. i. nach dem vorher erwähnten vor dem Dorfe Schorldam vorübergehenden Canal) offen gehen. Von dieser Schleuse läuft das Busenwasser in den grofsen 48 Fufs breiten Canal der Zype, welcher auf Tab. 43. grün illuminirt und mit *vaart van Alkmaar* beschrieben ist. Das Polderwasser der Zype wird aber, vermittelst neun und zwanzig Wurfradmühlen, aufgeschöpft, und fliefst von den Allignements-Gräben nach den Hauptcanal oder dem genannten Busen. Am Ende dieses Canals (der vaart van Alkmaar) liegen drey Schleusen, die zusammen ein Profil von 218 Quadratfufs haben. Vermittelst denselben kann man das wasser des Canals auf eine beliebige Höhe erhalten, je nachdem man die Schütze und Thore von einer, von zweyen oder von allen drey Schleusen öffnet oder verschliefst. Von diesen drey Schleusen kommt das wasser durch einen beynahe rechtwinkelig von diesem Canal abgehenden zweyten Canal, zu der genannten Grossen-Schleuse (Groote-sluis), wodurch es sich in die Südersee entlastet, und die vor dem Deich der Zype liegt.

Aehnliche Profilengen, als in Alkmaar, und der kleinen Zyperschleuse treffen wir auch in demjenigen Aste von *Raaxmaats-Busen* oder in dem Canal, welcher nach der *Edammer-schleuse* (Tab. 43. und 44.) fliefst, an. So ist z. B. das Profil dieser Edammer-Seeschleuse (Tab. 44.) nur 371 Quadratfufs; aber des Canals Profil bey der *Westerbrücke* zu *Edamm*, unter die der Canal passirt, ehe er nach der Schleuse gelangt, so wie das Profil unter der *Queckelbrücke*, enthält nur jedes 264 Quadratfufs. Von dieser letztern Brücke, bey welcher sich der Canal theilt, läuft er nach der Schleuse Boerenverdriet (auf Tab. 44. falsch Bareverdiet geschrieben), deren Profil 173 Quadratfufs ist. Von dieser fliefst er nach der *Grofsen-schleuse* (siehe bey Edamm auf T. 44. Groote-Sluis) und die ein Profil von 282 Quadratfufs hat; dann erst fliefst er nach der Seeschleuse selbst, deren Profil 89 Quadratfufs gröfser, als dasjenige der letztern Schleuse ihres ist. Der andere Busenast, von der Queckelbrücke zu Edamm abfliefsend, läuft erst unter der Spuybrücke zu Edamm, die ein Profil von 78 Quadratfufs ausmacht, und dann erst wieder zur Seeschleuse.

Zu dieser unregelmäfsigen Gröfse der Profile kömmt noch die hohe Lage des Bodens von Raaxmaats-Busen oder des Canals, so dafs derselbe keinen ordentlichen Abflufs hat. Derselbe liegt nämlich über die Schleusen-Drempel erhoben; darin stand, als ich ihn untersuchte, vieles Schilf, und darin lag auch viel Holz.

§. 80. Nachdem diese Haupthindernisse, welche sich dem Ablauf des Busenwassers entgegenstellen, berührt sind, so will ich hier zur nähern Darstellung des Nordholländischen-wasserstaats übergehen, und folgende Localdata tabellarisch aufstellen:

*) Alle Profilgröfsen der Entwässerungs-Canäle, die hier und in der Folge angegeben werden, beziehen sich auf denjenigen Wasserspiegel, welcher in dem Horizont des Nullpuncts vom Amsterdamer Pegel liegt, und der, wie gesagt, beynahe der ordinären Fluth des Y's vor Amsterdam gleich steht.

Lage und Gröſse der auswässernden schleusen von *schermeers-Busen* und der engsten Brücken, welche über diesen Busen liegen.

	Tab. 41. 42. 43. 44. Benennung der Schleusen, und unter wessen Direction sie stehen.	Weite der Schleusen Fuſs	Z	Die Flur liegt unterm Amsterd. Pegel Zoll	Profil unter dem A. Pegel □. F.	□. Z.	Höhe d. ord. Fluth über d. Amst. Pegel Zoll	Unterschied von Fluth u. Ebbe Zoll
Die fünf auswässernden (uitwaaternde) schleusen an dem Y.	*Zu Nauwerna.* Tab. 41.							
	1) Die groſse Kastenschleuse (groote schutsluis) wird von dem Polder scheermeer unterhalten u. dirigirt.	18	7	113	175	0	6$\frac{3}{8}$	16$\frac{3}{4}$
	2) Die Duykerschleuse mit einer Fallschütte, wie alle solche Duykerschleusen, steht unter Direction des Auswässernden-schleusen-Amtes.	13	11	85	98	83		
	Zu Zaanredam. Tab. 41.							
	3) Die groſse Kastenschleuse, steht unter Direction des Deichcollegiums von Hondsboschen. Sie hat zwey paar Fluth- und ein paar Ebbe-Thore. Durch sie gehen die schiffe nach Alkmar.	16	4	101	137	68		
	4) Die kleine Kastenschleuse, welche von den Dörfern Graft, Ryp, zuyd- und Nordschermeer, uitgeest, Ackersloot, wormeer, ursem, osterleeck und Haarlerbroeck unterhalten wird. Durch dieselben gehen die kleinen Fahrzeuge. Sie liegt westlich der groſsen schleuse, und ist von dieser nur durch die schleusenmauer getrennt.	10	1	77	64	101	2	10
	5) Die Duyker-schleuse, steht unter Direction der auswässernden schleusen *).	20	0	91	151	96		
Die sechs auswässernden schleusen, gelegen an der südersee, die Binnenschleusen, so wie die engen Brücken, welche auf schermeers-Busen liegen.	*Zu Monnikendam.* Tab. 42.							
	6) Monnikendamer Kastenschleuse unter Direction vom Quartier Nordholland.	19	5	99	160	27	1	12
	Zu Edam. Tab. 44.							
	7) Die seeschleuse steht unter Direction von den Auswässernden-schleusen.	34	0	131	371	24	1	13
	Die Binnenschleusen und Brücken dieser stadt.							
	1) Die groſse Kastenschleuse.	28	6	121	282	90		
	2) Die Dammschleuse.	19	10	82	135	76		
	Die Brücke hinter dieser letztern schleuse.	13	6	70	78	108		
	Hinter der groſsen schleuse, die wasserkehrung, das Boerenverdrit.	21	11	95	173	73		
	Die Quakelbrücke.	30	6	104	264	48		
	Die westerportsbrücke, der mittlere Bogen.	20	6	112				
	— — — der nördliche —	9	6	73	310	114		
	— — — der südliche —	10	0	74				
	Zu Schaardam. Tab. 43.							
	8) Die südliche Kastenschleuse } unter Direction der	17	7	84	123	12		
	9) Die nördliche — — } Auswässerung. . .	19	11	88	146	8	5$\frac{1}{2}$.	22
	10) Die Hornschleuse gehört dem Beemster Polder.	21	11	95	173	73		
	In der Zype. Tab. 43.							
	11) Die groſse schleuse wird vom Zyper Polder unterhalten.	21	11	100	182	92	8	30

*) Die ordinäre Fluthen in der Aeuſsern-Zaane gehen über dem Amsterdamer Pegel 20 Zoll und die Ebben 10 Zoll darunter.

Benennung der Schleusen und Brücken, die noch auf Schermeers- und auch auf Raaxmaats-Busen liegen.	Weite		unter Amstd. Pegel	Profil unterm Amsterdamer Pegel	
	Fuſs	Zoll	Zoll	□. F.	□. Z.
Binnenschleusen der zype. Tab. 43.					
Hinter der groſsen schleuse in einem Profil des Grabens, als:					
1) Die schutklink.	15	4	79	100	136
2) Die Klink in't veldt.	14	2	81	95	90
3) Die swarte Klinkje.	5	5	49	22	17
Weil sie die gesamte Breite ausmachen.					
zusammen				218	99
4) Das zyperschleuschen, oder die kleine zyperschleuse bey crabbendam, wodurch schermeers-Busenwasser aus der Koedyker vaart in den zypercanal und nach Nro. 1. 2. 3. und so weiter durch die Groſseschleuse in die südersee flieſst, ist lang 67 Fuſs *).	10	10	78	65	78
Brücken der Stadt Alkmaar.					
Hohe Brücke.	mir unbekannt		.	346	18
Brücke hinter dem Eyland.	29	.	63	152	36
Brücke bey der scheermeersport.	17	3	63	90	81
zusammen				587	135
Schleusen der Stadt Alkmaar. Tab. 43.					
1) Die schleuse der Kooltuynen.	10	10	41	35	99
2) Bokkeschleuse.	19	4	84	136	48
3) Monnikeschleuse.	11	5	47	44	103
4) Admiralschleuse.	9	9	61	49	81
zusammen				286	43
Das schleuschen an die sechs wielen (sluisje an ses wielen) ausser der stadt Alkmaar, welches schermeers- und Raaxmaats-Busenwasser von einander trennt. .	10	0	75	62	72
Dabey liegt eine Rollbrücke (holl. overtoom) zum Ueberlassen der Fahrzeuge von Raaxmaats- und schermeers-Busen.					

Aus Raaxmaats-Busen führt die groſse Geestmeer-Ambagts-Schleuse, (Tab. 43.) bey Aardswoude gelegen, das wasser in die südersee. Sie ist im Lichten 17 Fuſs 7,5 zoll weit. Ihre Flur liegt 5 Fuſs unter dem Amserdamer Pegel, und ihr Profil beträgt 88 Quadratfuſs, 18 Quadratzoll.

Vor ihr stehen die ordinären Fluthen 4½ zoll über den Amst. Pegel und die ordinäre Ebbe 25½ zoll unter dem Amst. Pegel; folglich ist der Unterschied von Fluth und Ebbe 30 zoll.

§. 81. *Vorschläge, die zur Verbesserung von schermeers- und Raaxmaats-Busen entworfen sind.*

Also habe ich jetzt den Leser mit dem Local und der Beschaffenheit von dem Binnen-wasserstaat Nordhollands bekannt gemacht! Es wird sonach jetzt nöthig

*) Bey Crabbendam liegt noch eine Schleuse, und zwar im Koedyk, wodurch sich das Wasser vom Crabbendam in die Koedyker-Vaart entlatset.

seyn: diejenigen Verbesserungs-Vorschläge mitzutheilen, welche die Landmesser L. den Bergen, Klaas de Koos, A. de Smet, und Jan Schwitzer, am Ende des Jahrs 1790. entworfen haben. Diese drey deichkundigen Personen sagen: die committirten Räthe von Westfriesland (in ihrem Rapport an die Staaten vom 20. July 1792.) haben mit aller möglichen Unpartheylichkeit, Aufmerksamkeit und Bescheidenheit, den nordhölländischen Wasserstaat (darunter verstehen sie nur die zwo genannten Busen) untersucht. Diesen Sachkundigen ihren Rapport will ich hier im Auszuge mittheilen, und einen zweyten von denen ihnen gemachten Einwürfen so wie von ihren fernern Widerlegungen.

Es war ihnen nämlich aufgetragen worden, zu untersuchen: 1) ob die ordinären Ebben vor der Groſsen-Zyperschleuse niedriger, als vor den Schleusen zu Zaanredam und zu Nauwerna (siehe Tab. 41. Seite 275.) fallen. 2) Wie hoch das Wasser in Schermeers- und Raaxmaats-Busen über den Amsterdamer Pegel, nach dem Effect der Schöpfmühlen, aufgemahlen werden könne? 3) Ob die Busen nicht achtzehn Zoll über dem Amsterdamer Pegel gehalten werden dürfen? 4) Welche Verbesserungen, in Rücksicht der Schleusen und Vertiefung der Ringgräben, Fahrten und Canälen, angeordnet werden müſsten? 5) Zu welcher Höhe das Busenwasser zu bringen und zu erhalten sey? Ob man nämlich vermittelst einer hinreichenden Anzahl Streichmühlen, die Busen nicht zu der nöthigen Höhe erhalten könne, wobey zugleich die untern Mühlen im Gange bleiben. Ob der schlechte Wasserstaat durch die nöthig seyenden Streichmühlen verbessert seyn werde? 6) Ob neue Nivellements nöthig wären? Endlich sollten sie zeigen, daſs ihre Vorschläge dem Endzwecke entsprechen würden, und die Gefahr vorlegen, worin die *Polder* und das *Alte-Land* versetzt würde, wenn das Busenwasser sie überströmte; ob es nicht unverantwortlich gehandelt sey, wenige Kosten zu ersparen, um das Ganze dem Verderben Preis zu geben?

Zugleich sollen die Sachverständigen auch noch untersuchen: I) ob die ordinären und Sturmfluthen der Nordsee in der Südersee sowohl, als im Y, wegen der Erweiterung der Seemündungen höher, als im XVII. Jahrhundert auflaufen? II) Ob durch das unmittelbare Sinken der Binnendeiche und Lande, die Auswässerung durch die Seeschleusen, erschwert worden sey?

Auf diese zwo letzten Fragen antworten sie zuerst. Sie sagen: „ daſs an dem Amsterdamer Pegel, wie auch an dem Pegel am *Helder*, keine Erhöhung der Fluth zu verspüren gewesen sey; daſs die alten und neuen Karten von den Inseln der Südersee es zeigten: wie die Seemündungen weniger weit, als im XVII. Jahrhundert wären. „ Man wird ohne meine Erinnerung einsehen, daſs diese Fragen viel zu sehr im Allgemeinen beantwortet sind, und daſs man die Profile und die Wassermenge des Fluthstroms von den Mündungen kennen muſs, um sie genugthuend zu erörtern; und doch fehlen die Messungen der Profile dieser Seemündungen noch bis jetzt. Daſs sie

aber auch für die zukunft äusserst wichtig sind, geht aus der Betrachtung hervor, welche darin besteht: dafs jede vorgröfserung von den profilen der seemündungen für den wasserstaat von Holland und insbesondere für den von Nordholland (s. I. B. s. 511.) äusserst nachtheilig sind!

Was die zwote Frage anbetrifft, so merken die Sachkundigen an: „dafs das Alte-Land sich allmählig unter die ordinäre Fluth, seit den letzten drey Jahrhunderten, in jedem seculo $1\frac{2}{7}$ Fufs gesenkt habe, und dafs es vor etwa 300 Jahren eine vollkommene natürliche Auswässerung hatte, nachher erst eine mangelhafte erhielt. Ohne zweifel würde diese auch verloren gegangen seyn, hätte man nicht die schöpfradmühlen im Jahr 1540. erfunden.„

„Anfänglich konnte das Binnenwasser mit wenig mühlen aufgebracht werden, so wie sich aber das Alte-Land und mit ihm (wie natürlich) die oberfläche des wassers in den canälen senkte, ward die Auswässerung beschwerlicher, ja kostbarer. Diesem sinken des Alten-Landes und der Busendämme, so wie der Beschränkung und verschlämmung von den Busen selbst, mufste man also vorzüglich den schlechten zustand des nordholländischen Binnen-wasserstaats zuschreiben. Daher auch die Ergiefsungen von dessen Busen über die Kadeiche zur winterzeit„!

Um ein Nivellement bewerkstelligen zu können, transportirten sie, bey absolut stillem wetter, und wahrscheinlich auch, bey dem stillstande des Y's, den Nullpunct des Amsterdamer Pegels an die Duykerschleuse bey zaanredam; liefsen alle auswässernde Schleusen schliefsen, und gestatteten kein Aufmahlen des wassers der schöpfmühlen von den seitencanälen aus. Sie trugen zugleich, vermittelst dem in dem Busen stillstehenden wasser, den Amsterdamer Pegel nach Alkmaar, Cnollendam; kurz, nach 20 verschiedenen orten. Auch bey Raaxmaats-Busen stellten sie *peilborte* (wassermarken) auf. Nachdem sie diese vorarbeit verrichtet hatten, so maafsen sie die Höhe von 104 wachtthüren von den wurfradmühlen und die Höhe der Drempel von den zwischenschleusen *). Diese untersuchungen füllten weitläufige Tabellen, von denen ich eine Abschrift besitze. Die Resultate sind diese: a) Auf *schermeers-Busen* beträgt die *mittlere Höhe* der sohle von den wachtthüren der hundert sech wurfradmühlen $13\frac{289}{424}$ zoll Amsterdamer Pegel. Die niedrigste Höhe der sohle von den wachtthüren auf Raaxmaats-Busen war $18\frac{18}{23}$ zoll Amst- Pegel. Es ist also durchaus

*) Ich würde der durch Anschwellung des Wassers gefundenen Neigung keinen hohen Grad von Genauigkeit beymessen, sondern dieselbe lediglich mit einem guten Niveau bestimmen. In der That ist es auch einleuchtend, dafs das Wasser in einem engen und verschlammten Canal höher durch eine Schwellung zurückgestauet werden mufs, als in einem gereinigten, weil da das Wasser wenigen Druck gegen das untere ausüben kann, welcher überdem von den vielen Unebenheiten des Bettes und der Adhäsion an den mit Schilf, Wurzeln und Rohr bewachsenen Wänden verringert wird; auch sehen wir ja, wie das trübe Schlammwasser sich an den Wänden der Gefässe anhält, und keinen Horizontalstand hat.

Es scheint mir also zur gründlichen Untersuchung des Nordholländischen-Wasserstaats ein genaueres Nivellement, als bis jetzt verrichtet ist, nöthig zu seyn.

keine reguläre Höhe, und daher ist sicher der Wasserstaat mangelhaft. Dies sehen wir auch aus folgenden Angaben: 1) Am Purmeer-Busen liegt die Sohle der Wachtthüren im Mittel 15 Zoll über den Amst. Pegel. 2) Am Wormeer-Busen 16 Zoll. 3) An der Beemster 14 Zoll. 4) Am Schermeer-Busen war die Sohle der Wachtthüren 15 Zoll. 5) An dem Busen der Zype 12 Zoll.

Auf Raaxmaats-Busen werfen 46 Wurfräder das Wasser auf, d. i. er hat so viele ausschlagende- oder Wurfradmühlen (uytslande waater-moolens). Die Sohle ihrer Wachtthüren liegt von einem bis 21 Zoll Amsterdamer Pegel verschieden. Das ist also wieder eine grofse Unregelmäfsigkeit! Die Wachtthüren von diesem Busen stehen sonach im Mittel, beynahe drey Zoll niedriger, als die von Schermeers-Busen.

Da im Jahre 1789. das Busenwasser zu einer ausserordentlichen Höhe gestanden hatte, welche eigentlich diese Untersuchung bewirkte; so erforschten zugleich die genannten Sachverständigen: wie hoch es damahls gestiegen sey.

Die fernern Resultate dieser Wasserwiegungen sind diese: Schermeers-Busenwasser hatte (1789.) im Mittel, $7\frac{1}{9}$ Zoll über den Amsterdamer Pegel gestanden; Raaxmaats-Busenwasser aber nur $3\frac{1}{9}$ Zoll.

§. 82. Ich komme nunmehr wieder auf das Raisonnement zurück! Die hier vorne angegebene *mittlere Höhe* von der Sohle der Wachtthüren halten die Sachverständigen für das äusserste Maas, worauf die Mühlen, alle der genannten Busen, das Wasser aufmahlen sollten. Andere des Locals erfahrne Mühlenbau-Werkleute wollen behaupten: „dafs, wenn Schermeers-Busenwasser höher als acht Zoll, und Raaxmaats-Busenwasser höher als $3\frac{1}{2}$ Zoll Amsterdamer Pegel ausgeschöpft würde, es doch nicht in dem Busen (in die Canäle) gehalten werden könnte, weil die Busendämme das Wasser bey dieser Höhe, (wegen der lockern Erde, woraus sie bestehen) schon durchsikern liefsen.

Die Nachtheile der Entwässerung bestanden ferner darin: dafs das Wasser in den Gragten von *Alkmaar*, vorzüglich aber von der engen *Kleinen-Zyperschleuse*, in seinem Abflusse gehemmt werde, weil am 20stem December 1789. das hohe Schermeers-Busenwasser an der Süderseite, also am Y, auf 8, und an der Nordseite, also an der Südersee und zwar in der *Zype*, nur auf 6 Zoll Amsterdamer Pegel sich ergossen habe. Ferner wird in den engen Brücken und Schleusen bey Edam ein Hindernifs der Entwässerung angetroffen, und endlich in der Verunreinigung und Zuschlämmung der Entwässerungs-Canäle. Also auch in Nordholland wird die Aufräumung der Entwässerungsgräben versäumt, wiewohl davon der Wohlstand aller Grundeigner directe abhängt.

Die Sachverständigen schlagen demnach vor: „den Wasserlauf nach der Schleuse zu Edam und nach der Grofsen-Schleuse am Ende der Zype, zu verbessern. 2) Die Ringgräben und Canäle von Schermeers-Busen bis auf acht Fufs und von Raaxmaats-Busen auf sechs Fufs unter dem Amsterdamer Pegel zu vertiefen und aufzu-

räumen. 3) Wollen sie dreyzehn streichmühlen von Raaxmaats-Busen, welche jetzt auf Schermeers-Busen aufstreichen, nach Aardswoude verlegen, und das gesammte Raaxmaats-Busenwasser auf einen einzigen sammelteich (holl. Kolck) bey Aarswoude bringen. Also Schermeers-Busen von derjenigen wassermasse, die gegenwärtig von 13 streichmühlen aus Raaxmaats-Busen darauf gemahlen wird, befreyen, weil bey Aardswoude (Tab. 43.) auch die Auswässerung bey Nord- und Nordwestwinden statt finden könne. Hier wäre dann, zu diesem zweck, die Flur der Geestmeer-Ambagtschleuse drey Fuſs zu erniedrigen und eine neue schleuse anzulegen, deren Profil (unter dem Amsterdamer Pegel) 144 quadratschuh groſs seyn müſste. „

Das Profil der Kleinen-Zyperschleuse wollen sie um das Doppelte vergröſsert, und die Kammer oder den Boden der Groſsen-schleuse vor der Zype, so wie ihren nach den Waard-Gronden oder Gorsen in die südersee führenden Canal, der das *Aussentief* dieser schleuse bildet, tiefer gelegt wissen. Wenn das setzen von streichmühlen von Nutzen seyn soll, so seyen auf Schermeers-Busenwasser allein, für 163 wurfradmühlen, vierzig streichmühlen erforderlich. Jede streichmühle schlagen sie zu 1400 fl. an, also 40 zu 56000 fl.; die jährlichen unterhaltungskosten einer jeden Mühle rechnen sie zu 400 fl., folglich alle zu 16000 fl. jährlich. Der Nutzen dieser vierzig streichmühlen würde also der Auslage bey weitem nicht entsprechen; zumahl, da alsdann die Altenlands-Binnendeiche (des höhern wasserstandes der Innern-Canäle wegen) an vielen stellen erhöht und verstärkt werden müſsten. Sie behaupten auch: daſs wegen dem Durchsikern des wassers durch die Busendämme; und weil es hie und da von starken winden aufgetrieben würde, es nicht möglich sey, das Aufmahlen des wassers zu einer *bestimmten* Höhe festzusetzen. „

Wenn dies letztere gleich gegründet ist, so können dergleichen Bestimmungen sich nur auf den stand des wassers, wenn es nicht von winden aufgetrieben ist, beziehen; aber die Höhe der Dämme muſs den höchsten wasserstand übertreffen.

Nachdem sie ihre Sätze bewiesen zu haben glaubten, so sagen sie: „es ist also noch zu fragen, 1) ob das hohe Aufmahlen des Busenwassers für die Auswässerung, durch die seeschleusen, nützlich und nöthig ist? 2) Ob nicht erwiesen sey, daſs die ordinäre Fluth zur Auswässerung geschickt geblieben? 3) Ob in den Busen von zeit zu zeit die wasserhöhe höher geworden sey, als die Anschlämmung von verfaulten stoffen und anderm Material nothwendig gemacht habe?„ Eine Anschlämmung, die auch natürlich aus der verringerten Geschwindigkeit des wassers in den Canälen erfolgen muſste. Indem sie nun den ersten und zweyten Punct für erwiesen annahmen, mochten sie es sich nicht vorstellen, daſs der Busen durch irgend eine andere ursache hätte erhöht werden können; auch setzten sie fest: „daſs die Alten- und Neuen-Lande (die letztern sind die Polder) sammt ihren Deichen sinken, als wodurch die Busenwasser gegen dieselben, von zeit zu zeit höher werden, und mehr wasser durchsickern lassen. In diesem Betracht könne das Aufmahlen zu einer *bestimmten* Höhe, eher einen allgemeinen schaden, als vortheile bewirken.“

Wenn ein Regulativ über die Höhe der Sohle von den Wachtthüren nur aus einem genauen Nivellement bestimmt wird, und dieses Regulativ, nach Maafsgabe der Betten der Canäle, und die Schleusen hoch und niedrig liegen, zu bestimmen ist; so bleibt es mir unerklärbar, warum man sich dagegen sträubte. Sollen freylich die Busendämme erhöht werden, wie es hier denn nöthig ist, so mag jeder Polder das Wasser so hoch aufmahlen, als es ihm gut dünkt. Doch ich will, ehe ich meine Meynung weiter äufsere, noch folgende Local-Notizen und Vorschläge der holländischen Sachkundigen vortragen. Schermeers-Busenwasser war den 20sten December 1789. im Mittel 7⅗ Zoll Amsterdamerer Pegel, und der Unterschied des hohen und niedrigen Wassers an der einen oder andern Seite des Windes, nämlich von Zaandam bis Alkmaar 3¾ Zoll und von da nördlich bis zum Harringer- und Pettemeer-Polder 2⅓ Zoll; denn ost- und westwärts von Edam bis Uytgeest, war er nur 3¾ Zoll Amst. Pegel. Das Vermögen der 163 Wurfradmühlen von Schermeers-Busen war circa 8 Zoll über den Amst. Pegel; das heifst bis zu dieser Höhe warfen diese Maschinen das Wasser der Polder-Gräben auf die Haupt- den Schermeers-Busen bildende Canäle. Auf Raaxmaats-Wasser ist der höchste Busenstand, zu gleicher Zeit, gewesen 3½ Zoll, der Unterschied an der Höhe zu jeder Seite 4½ Zoll, und das Vermögen von den 61 Wurfradmühlen betrug 3⅛ Zoll über den Amsterdamer Pegel: so hoch bringen sie nämlich das Wasser auf.

Nach diesen Wahrnehmungen und Messungen müssen die längs dem erstern Busen liegenden Dämme, wenn sie einen Fufs über den Amsterdamer Pegel liegen sollen, auf eine Länge von 824124 Schuh, zwanzig Zoll erhöht werden; welches circa 183159 fl. kosten würde. Auf dem zweyten Busen sind sie zu einer Länge von 348396 Schuh, fünfzehn Zoll zu erhöhen, dies wird kosten 37284 Gulden. So hoch belaufen sich nach diesem Vorschlage die Ausgaben zur Verbesserung des nordholländischen Wasserstaats.

§. 83. Die aus diesen Vorschlägen resultirenden Vortheile und Rücksichten stellen die Berichtgeber folgendermaafsen auf. *Erstens:* werden die Deiche eine wesentliche gröfsere Stärke und Höhe erhalten, wodurch also weniger Wasser in die Polder aus den Busen sickern und überlaufen kann. *Zweytens:* das Material kann aus den Ringgräben und Canälen gebaggert, also können diese Canäle vertieft werden! *Drittens:* ist alsdann alles Ueberlaufen der genannten Busen abgewendet. *Viertens:* ist das Auffördern des Wassers mit den Schöpfmaschinen nicht nur auf ein bestimmtes Maafs eingeschränkt, sondern ein jeder Maschinenbesitzer kann nach Willkühr das Wasser heben lassen. *Fünftens:* werde die Beförderung und das fleifsige Aufmahlen zur Erhöhung des Busens, um das Wasser bald nach der See auszuwässern, bewirkt. *Sechstens:* seyen die Kosten nicht ausserordentlich. *Siebentens:* müfsten die Eingesessenen und Besitzer der Polder, die Kosten der Deicherhöhung, der Reinigung und Erweiterung der Canäle, nach dem Werth und der Bonität ihres Grund-

eigenthums tragen. Sollte ein Polder seyn, der diese Kosten aufzubringen nicht im stande wäre, so mufs er von der Gesammtheit unterstützt werden. *Achtens:* wenn alle Dämme erhöhet, die Canäle gereinigt und erweitert seyn werden, wo es nöthig ist, und wenn die Achsen der Wurfräder ohne besondere Bewilligung nicht höher gelegt werden dürfen, als sie jetzt liegen, und die in Schermeers-Busen zu vierzehn Zoll und in Raaxmaats-Busen nur zu eilf Zoll über den Nullpunct des Amsterdamer Pegels *) liegen mögen: so sey kein Zweifel, dafs nicht der gefahrvolle Zustand des Westfriesischen - und Nordholländischen - Wasserstaats sollte gehoben werden. Die Folgen desselben seyen aber äusserst nachtheilig: denn es könnten viele kostbare Ländereyen und Gebäude ein Raub des Busenwassers werden, wenn man diesem nicht ein sicheres Bett anwiese, und es würde unverantwortlich seyn, die nöthigen Vorkehrungen zu unterlassen. „

Die committirten Räthe meynten nun: „ dafs ausser den von den vier Berichtgebern vorgeschlagenen Mitteln, auch die Anlage von achtzehn neuen Streichmühlen (uitslaande Moolens) nöthig und nützlich seyn werde. In Ansehung der aufzubringenden Kosten unterscheiden sie zweyerley Arten: 1) Solche, welche zum Befsten des ganzen Wasserstaates erfordert werden. 2) Solche, die ein jedes bedeichtes Meer oder Polder für sich selbst tragen mufs. ad 1). Hieher gehöre das Umbauen der alten und das Aufbauen der neuen Streichmühlen (stryckmoolens). Deswegen meynen sie, dafs alle Polder, die auf die Ringgräben (Ringslooten) aufmahlen, (die bedeichten Meere mit darunter begriffen) ihren Antheil dazu contribuiren müssen.

Nach einem beyläufigen Anschlage wird aus 60000 Morgen, des Alten - und Neuen-Landes **) auf die Busen von Raaxmaats und Schermeer das Binnenwasser durch Schöpfmaschinen aufgefördert. ad 2) Die Kosten können so vertheilt werden, dafs die bedeichten Meere, deren Deiche eine hinreichende Höhe haben, (nämlich in Beziehung auf das Busenwasser) nur nach ihrer Gröfse gerechnet, die Kosten der nöthigen Aufräumung und Vertiefung der Ringgräben tragen müssen. Andere Bezirke, deren Deiche zu niedrig sind, sollen nicht nur diese Aufräumung bewerkstelligen, sondern auch die Erhöhung der Deiche. Die Alten-Polder, deren Sommerdämme erhöht und verstärkt werden müssen, sollten, nach ihrer Gröfse, gleichfalls die Kosten tragen. Wenn einige Polder nicht im stande sind, diese aufzubringen, so würde es unbillig seyn, sie mit Gewalt dazu zu zwingen, aber gar viele werden auf diese Art ihr Unvermögen vorschützen. Um dies zu verhindern, schlagen die committirten Räthe vor: die Polder, welche durch ihr Unvermögen befreyt zu seyn vorgeben, einen genauen Etat von ihrer Einnahme und Ausgabe verfertigen und an die commit-

*) Das heifst, man mufs den Nullpunct dieses Pegels durch ein richtiges Nivellement nach den verschiedenen Schöpfmaschinen tranportiren.

**) Unter das Neue-Land verstehen die Holländer alle in Nordholland ausgetrockneten Meere (Landseen) da sind also die Polder.

tirten Räthe abgeben müſsten. Diese sollten alsdann beurtheilen, ob die Grundeigner von diesem Bezirk ganz oder zum Theil, oder gar nicht frey seyn mögen!„

§. 84. Um diesen wichtigen Gegenstand näher zu beleuchten, so will ich jetzt die *Einwürfe, welche diesem Projecte gemacht wurden, und die Beantwortung derselben* aus den Relationen der Staaten von Holland vom Jahr 1792. ausziehen. Ich bemerke zuvor, daſs das Interesse so verschiedener Polder und der Alten-Lande sehr getheilt sey: denn jeglicher Bezirk will des Wassers, auf Kosten und mit Gefahr eines andern, los seyn. Daher auch die Zurückhaltung bey Mittheilung der Localdata, worüber sich die mit Entwerfung der Vorschläge Beauftragten beklagen; daher manche der Einwürfe, welche von tiefer Unkunde und Sorglosigkeit zeugen. Diese letztere ist so weit gegangen: daſs die Dämme, längs der *Innern-Zaane* *), an mehrern Stellen nur einen bis zwey Zoll über den Amsterdamer Pegel liegen, wo sie zum wenigsten eine Höhe von acht Zoll haben sollen. Doch ich komme nunmehr zu den Einwürfen selbst. Da dieselben aber sehr weitläufig sind, so will ich nur das wesentlichste davon ausheben und die Beantwortung, welche die genannten Sachkundigen unterm 11. July 1792. beendigten, in einem kurzen Auszuge mittheilen; dieses alles mit Anmerkungen und nähern Prüfungen begleiten.

Die *Deichgrafen* und *Heemräthe* **) der *Zype* und des *Hazepolders* wenden gegen die oben vorgetragenen Vorschläge Folgendes ein: 1) die Zype (Tab. 43.) sey, vor ihrer Bedeichung, von den Fluthen der Nordsee überströmt worden, und deswegen habe 2) durch den *Schoorlschen* Seedeich (Tab. 43.) von 1564. keine Auswässerung statt gehabt: denn in diesem Jahre sey den Grundeignern der *Zype* die Anlage der *Zyperschleuse* gestattet worden; 3) diese Schleuse sey aber 1570. als der Seedeich der Zype zerrissen und die Zype überströmt war, zugedammt. In diesem Zustande sey sie 28 Jahr verblieben, und dann erst wieder von den Einwohnern der Zype aufgebaut worden. 4) Habe diese Schleuse seit langer Zeit zwey Paar Thore gehabt, die sich nach Süden öfneten, und das Wasser der Zype entlasten. Hieraus und aus der Resolution des Hofes von Holland vom 31. May 1680., welche den Polder von der Zype als eine freye und keinem Servitute unterworfene Eindeichung erklärt, glauben dessen Deichgrafen und Heemräthe zu erweisen: daſs die kleine Zyperschleuse weder zur Ableitung von Schermeers-Busenwasser dienen dürfe, noch als ein Servitut für die Zype angesehen werden könne, daſs also nicht der Bezirk der *Auswässernden-Schleusen* ***), wohl aber die Zype ein Recht habe, sie zu verschlies-

*) Unter die Innern-Zaane versteht man (Tab. 41.) die Zaane nördlich den Schleusen zu Zaanredamm; die Aeussern-Zaane ist der Fluſsbezirk gegen das Y zu.

**) Vorsteher, so über die Entwässerungs- und Auswässerungs-Anstalten, so wie über die Erhaltung der Dämme wachen.

***) Welcher Bezirk hierunter verstanden wird, sieht der Leser aus den auf der 280. Seite mitgetheilten Localaufschlüssen!

sen und zu öfnen. Seit dem Jahre 1761., als zu Gunsten von Schermeers-Busen einiges Pfahlwerk von dieser kleinen Zyper-Schleuse weggeräumt worden, hätten die Einwohner der Zype ihrentwegen auch keinen Streit mit den Nachbarn gehabt. 2) Eine Vergröfserung des Profils dieser Schleuse, das nach dem Projecte der Sachkundigen von 65 auf 131 Quadratfufs gebracht werden solle, würde die Vertiefung des Hauptcanals der Zype und der Nebengräben, so wie eine Erhöhung derer längs diesen Meerbusen gelegenen Deichen, zur Folge haben müssen." Die Deichgrafen glauben nämlich: dafs das Wasser, nach Erweiterung der besagten Schleuse, in den Canälen der Zype ausserordentlich anlaufen werde; also mehrere Wurfradmaschinen angelegt werden müfsten.

Drittens, meynen sie, dafs zu den ungeheuren Kosten, welche das, zur Verbesserung von Nordhollands Wasserstaat, gemachte Project, sofern es die in der Zype vorzunehmenden Maafsregeln betreffe, sich die Grundeigner der Zype nicht verstehen könnten, und sie wünschen daher: dafs es nie zur Ausführung kommen möchte."

Die vorgenannten drey Sachkundigen antworten hierauf: 1) „dafs sie bey der Abfassung ihres Plans weder auf das Herkommen, noch auf Eigenthum der Kleinen-Zyperschleuse: auch nicht auf die beschwerlichen Proceduren, über die Durchleitung des Wassers durch den Hauptcanal der Zype, Rücksicht genommen hätten, sondern nur auf eine zweckmäfsigere Auswässerung von Schermeers-Busenwasser, mittelst dem Erweitern der kleinen Zyperschleuse, ohne dafs der Zype selbst ein anmerkungswerther Nachtheil zugefügt werde. Auch sey in Hinsicht der Entlastung (Auswässerung) von Schermeers-Busenwasser i. J. 1763., die Grofse-Schleuse (s. auf Tab. 43. groote sluis am nördlichen Ende der Zype) auf gemeine Landeskosten, für 32000 Gulden, reparirt worden. Selbtt die Deichsregenten *) der Zype hätten in ihrer Bittschrift vom July 1790. beyde Schleusen — die grofse Schleuse und das Zyper-Schleuschen — für Auswässerungs-Schleusen eines grofsen Theils von Noorder-Quartier (Nordholland) erkannt. Sie hielten sich also verpflichtet: solche Vorschläge zu entwerfen, die den Abflufs des Wassers nach der Grofsen-Schleuse befördern werden, und in dieser Hinsicht hätten sie die Vergröfserung der Kleinen-Zyperschleuse vorgeschlagen; oder die Erbauung einer zwoten Schleuse in deren Nähe."

Auf den zweyten und dritten Einwurf erwiedern sie: „Es sey ja durchaus ihre Absicht nicht, eine Erhöhung des Busenwassers in der Zype zu bewirken, und mit Recht vermuthen sie, dafs die Deichsregenten der Zype wohl die Sommerdämme längs alle den Gräben und Fahrten nicht vernachläfsigt haben werden. Das hohe Busenwasser, welches während den Sturmwinden nicht durch die Seeschleusen aus-

*) Deichsregenten sind in Holland die Vorsteher über das Deich- und Canalwesen eines ausgetrockneten Bezirks, wozu die reichsten Grundeigner desselben gewählt werden.

wässern könne, würde also keineswegs über die Dämme treten; zumahl da es (nach genauen Untersuchungen) die Höhe von vierzehn Zoll über den Amsterdamer Pegel nicht erreichte. Ueberdem würde aber immer der Zyper-Busen früher, als der Koediker-Schiffahrtscanal (Tab. 43.) oder Vaart op Saand, erniedrigt, weil er der Auswässerungs-Schleuse, d. i. der Grofsen-Schleuse näher, als dieser Canal liegt.„

„Würde nun diese Frage aufgeworfen: was sich alsdann zutragen müsse, wenn das Zyperschleuschen um zwey Dritttheile vergröfsert würde? Nichts anders„ sagen sie „als dafs bey den ordinären, wie bey ausserordentlichen Auswässerungen ein Drittheil Wasser aus der Koedyker-Vaart durch die Zype nach der See (d. i. nach der Grofsen-Schleuse) abfliefsen werde *). Es wären also weder Vergröfserungen der Busen, Erhöhung der Kadeiche, (Canal- oder Sommerdämme) noch mehrere Wurfradmühlen nöthig. Auch werde die Zype bey trochener Sommerszeit, sobald das Zyperschleuschen vergröfsert wäre, süsses Trinkwasser aus Schermeers-Busen erhalten, welches sie jetzt entbehrt.„

§. 85. Wenn ich nun erwäge: 1) dafs die Vergröfserung des Profils von der Kleinen-Zyperschleuse so lange schlechterdings nicht die mindeste Anschwellung des Zyper-Busenwassers hervorbringen kann, als ihr Profil, das Profil der Grofsen-Schleuse und der übrigen drey Schleusen an Gröfse übertrifft, oder doch wenigstens dem Profil des Zyper-Canals gleich wird. 2) Dafs der Abflufs des Zyper-Busenwassers lediglich von der Grofsen-Schleuse und dem Reinhalten der Zyper-Canal-Vaart und von dessen Tiefe, welche wenigstens in einem Niveau mit den Schleusendrempel der Grofsen-Schleuse liegen sollte, abhängt. 3) Dafs die kleine Zyper-Schleuse, in dem übelsten Fall, wenn die Koedyker-Vaart zu hoch anschwellt, nicht nachtheilig ist, weil das Wasser aus der Zyper-Vaart über die Sommerdämme nicht überläuft, indem diese Schleuse, mittelst Schützen, verschlossen werden könne: so ist es allen wasserbauwissenschaftlichen Grundsätzen zuwider, wenn man die Erweiterung dieser Schleuse als einen absoluten Nachtheil für den Wasserstaat der Zype erklären will. Insbesondere da die Grundeigner dieses Polders verpflichtet sind: ihre Sommerdämme zu einer solchen Höhe zu erhalten, die vorher zu vierzehn Zoll Amsterdamer Pegel bestimmt wurde. Und müssen die Deiche eines und desselben Busens nicht in einem Horizonte fortlaufen? Sollen nicht alle Gräben und Canäle in der Zype, wie in jedem gut hydrotechnisch verwalteten Polder, rein gehalten werden? Das Gegentheil habe ich leider in den Jahren 1791, 95 und 98 gesehen. Es sind mehrere Canäle und Gräben in Holland sehr verschlämmt, mit Schilf und Wasserpflanzen verwachsen. In eben solchem verwahrlofsten Zustande war auch die Zyper-Vaart oder der Canal.

*) Diese Bestimmung wird sich ohne Zweifel auf das Verhältnifs des Profils der *Koedyker-Vaart* zum Profil der *Kleinen-Zyperschleuse* beziehen!

Wie viel mag, in 20 Jahren, sein Bett, gegen den Drempel der Grofsen-Schleuse, sich erhöhet haben?

Die Austiefung dieses Canals oder Busens, die Vergröfserung des Profils der kleinen Zyper-Schleuse wird also ohne Zweifel einen wesentlichen Einflufs auf die Verbesserung der Auswässerung von Schermeers-Busenwasser haben. Es mufs daher jeder Ingenieur dem Projecte der oben genannten Sachkundigen, und nicht den Deichgrafen der Zype beystimmen.

Der zweyte Einwurf wurde von den Deichsregenten des Heer-Huigenwaard (Tab. 43.) gemacht. 1) Sie behaupten: dem Plan zur Verbesserung von Nordhollands Wasserstaate mangle es an genauen Local-Untersuchungen und an zweckmäfsiger Abwiegung aller der verschiedenen Rücksichten, welche sie ins Auge hätten halten sollen! Der Einwurf müsse unfehlbar den Ruin ihres Polders zur Folge haben, wenn er ausgeführt werde. Ihr Polder sey aber 3380 Morgen grofs, unterhalte viele Wasserbauwerke, als: Schleusen, Deiche, Brücken, Abzugscanäle und 44 grofse Schöpfradmühlen; und die Kosten dieser Werke beliefen sich jährlich auf 22000 Gulden.„

Hierauf mufs ich nun bemerken, dafs die Grundeigner vorzüglich gegen das Project wegen dem Versetzen der auf S. 285. erwähnten dreyzehn Streichmühlen nach Aardswoude sind, weil jetzt diese Maschinen das Wasser aus Raaxmaats-Busen, worin der Huygenwaard auswässert, auf Schermeers-Busen bringen. Eine Einrichtung, die für den Huygenwaard ganz vortheilhafte, aber für Schermeers-Busen höchst nachtheilige Folgen hat.

Auf die Vorstellung des Huygenwaards antworten nun die sachkundigen Projectgeber mit aller Bescheidenheit: „dafs sie sowohl bey der Untersuchung des Locals, als wie bey dem Entwurfe selbst das Particular-Interesse mit dem gesammten Vortheile des Wasserstaats von Nordholland, so gut, wie möglich, zu vereinigen gesucht hätten. Es bleibe eine unläugbare Wahrheit: dafs hohe Wasserkehrungen, hier die Sommerdämme oder Busendämme, die längs dem *Busen* (d. i. dem Canal, worin die Schöpfmaschinen das Wasser aufwerfen) ein höheres Aufmahlen des Wassers, also eine bessere Auswässerung in die See gestatten. Dafs im Gegentheil *niedrige Busendämme* für alle die Lande und Polder, aus denen in die Busen das Wasser gemahlen werde, nachtheilig wären. In dieser Hinsicht hätten sie vorgeschlagen: 1) die Wiederaufhöhung der gesammten Dämme, und mit Grunde hätten sie behauptet: dafs die Unterlassung dieses Vorschlages: Nordholland in einen stehenden Wasserbezirk (holl. Waaterpoel) verwandeln würde, und dafs den Huygenwaard dieses Schicksal zuerst treffen müsse. Ja dessen hohes Busenwasser vom December 1791, welches auf drey bis vier Zoll über dem Amsterdamer Pegel gestanden, und das den westlichen, so wie den südlichen Ringdeich überströmte, beweise dies; folglich wären diese Ringdeiche zu erhöhen!

2) Gegen den plan wegen der versetzung der dreyzehn streichmühlen von der süderseite von Raaxmaats-Busen nach der Nordseite bey Aardswoude (Tab. 43.) hatten die Deichregenten von Huygenwaard einzuwenden: „dafs, wenn man auch mit den committirten Sachkundigen annähme: 1) einen starken südwest- und westwind; 2) einen starken Nordwest- und Ostwind, und 3) dafs in dem ersten Fall: von den jetzigen streichmühlen das wasser ab und nach der Auswässerungs-Schleuse, ohnweit Aardswoude, (Geestmeer-Ambagts-schleuse) hingetrieben wird, so müfste man auch mit ihnen eingestehen, dafs die streichmühlen keinen sonderlichen vortheil bringen, also wären auch solche Maschinen bey Aardswoude überflüfsig. Aber bey Nordwestwinden, wobey die Geestmeer-schleuse nicht offen gienge, wäre sie gerade auf den Plätzen, wo sie jetzt stehen, durchaus nöthig, um das wasser von Raaxmaats-Busen in Schermeers-Busen zu streichen.„

Hiergegen erwiederten die sachverständigen: „dafs bekanntlich die 13 streichmühlen *Raaxmaats* hohes Busenwasser wirklich aufstreichen müssen, also nicht überflüssig seyen. Dafs aber auch andern Theils die Erfahrung lehre, wie selbst bey südwest- und westwinden, wenn das Busenwasser von demjenigen Ort, wo gegenwärtig dieselben stehen, nach der grofsen Geestmeer-Schleuse hin wehen, zwar die Auswässerung befördert werde, aber doch bey weitem nicht hinlänglich, indem die see alsdann mehrere Tage lang einige zoll höher, als das Busenwasser stehe. Bleibe diese schleuse nun drey bis vier Tage zu, so werfen die 51 wurfradmühlen das Binnen-Busenwasser zu $3\frac{1}{8}$ zoll Amsterdamer Pegel auf. Würden also 13 streichmühlen zu Aardswoude, indem sie das hohe Busenwasser zu 2 bis 3 Fufs aufmahlen, nicht durch die Schleuse das wasser von Raaxmaats-Busen in die See auswässern? Stehen sie aber an der südlichen Seite von dem Huygenwaard, so können sie, selbst nach dem Zeugnisse der Deichsregenten, bey südwest- und westwinden, von keinem Nutzen seyn.„ „Wenn man nun (sagen sie weiter) erwägt: dafs bey Aardswoude, wenn die daselbst liegende Geestmeer-Schleuse erweitert ist, und die Streichmühlen angelegt seyn werden, das überflüfsige Busenwasser beständig einen Ausflufs in die see findet, nicht nur beym südwest- und west-, sondern auch beym Nordwest, Nord- und Ostwinde; so ist die versetzung der 13 streichmühlen gewifs sehr vortheilhaft. Ja selbst das Busenwasser von Norden nach süden, vermittelst des Nordwindes getrieben, ist nur $4\frac{1}{2}$ zoll höher, als Raaxmaats-Busenwasser befunden, welcher unterschied dem Huygenwaard nicht nachtheilig seyn kann.„

§. 86. Die unkunde der Deichsregenten des Huygenwaards, von dem wasserstaat ihres Polders, und von dem vermögen ihrer wurfradmühlen, wurde von allen ihren Behauptungen bewiesen. Angenommen: dafs das letztere hohe Busenwasser vom December 1791. zu $3\frac{3}{4}$ zoll über den Amsterdamer Pegel gestiegen sey, würden da nicht alle wachtthüren (die Axen der Mühlen liegen immer höher) von eilf wurfradmühlen in dem Huygenwaard im Durchschnitt $14\frac{2}{5}$ (oder die höchsten $17\frac{1}{4}$ und

die niedrigsten 11 Zoll) über den Amsterdamer Pegel stehen? Dies beweiset, wie mangelhaft alle Angaben der Deichsregenten sind; sie hatten die Höhen der Wachtthüren im Mittel zu 2 Zoll Amst. Pegel angenommen; wie falsch und unanwendbar sind also nicht ihre Schlüsse?

Es ist anmerkenswerth, daſs alle diejenigen, welche die Einwürfe, gegen den Verbesserungs-Plan des Wasserstaates von Nordholland, aufstellten, immer davon ausgiengen, daſs nach demselben die Busenwasser erhöht werden sollten, da doch das Gegentheil statt finden wird. Die Sachverständigen wollen ja durchaus, wie vorne gezeigt ist, die Abzugs-Canäle, die Schleusen und Brücken erweitert und vertieft, und also die Busenwasser schneller abgeführt, folglich erniedrigt wissen. Bey diesen Maaſsregeln läſst es sich dennoch sehr gut gedenken, daſs es nöthig sey, um das Ueberlaufen des Wassers über die Deiche und vorzüglich das Durchsikern zu verhindern, die Dämme zu verstärken, sie bis zu 20 Zoll Amst. Pegel zu erhöhen, und zu 9 bis 14 Zoll zu conserviren, ohne daſs mit dieser Deicherhöhung eine gröſsere Höhe des Busenwassers gepaart seye. Wenn ich diese Raisonnements auf das Local anwende; die Kosten, welche die Versetzung der 13 Streichmühlen erfordern, wobey die vorhandenen kein sonderliches Ersparniſs beym Bau seyn würden, erwäge; und endlich alle diese Widersprüche, die dieser Versetzung entgegengestellt sind, so dürfte es gerathen seyn, die dreyzehn Streichmühlen stehen, und anfänglich bey Aardswoude etwa nur sechs neue erbauen zu lassen, die sodann schon in einem Monathe 12 Millionen Kubikfuſs Wasser und mehr aufmahlen, und von einer solchen Wassermasse Schermeers-Busen befreyen würden. Alsdann wäre freylich zu untersuchen: wie viel die Geestmeer-Ambagts-Schleuse erweitert werden müſste. Vielleicht ist sie noch groſs genug, um diese gröſsere Wassermenge abzuführen: denn die Geschwindigkeit des durchströmenden Wassers würde sich auch vermehren, weil es aus dem höhern Sammelteich abfällt. Es dürfte sonach thunlich seyn: erst den Effect der Streichmühlen und der Schleusengänge abzuwarten, bevor man zur Erweiterung und Senkung der Schleuse selbst schritte.

Um mich über das Erhöhen der Busendämme kurz zu fassen, und die weitläufigen Einwürfe, welche Zaandam gegen das Erhöhen von ihren Dämmen aufgestellt hat, nicht zu berühren, da sie von keinem Belange sind; so will ich nur anmerken: daſs wenigstens die Dämme längs der Zaane auf 7½ Zoll über den Amsterdamer Pegel, als die mittlere Höhe des Wassers von 1789, liegen sollten, um das Busenwasser zu halten.

Warum wollte man also das Ganze, wegen dem Nachtheile, den einige einzelne Bürger leiden, vernachläſsigen? Kann man diese Grundeigner nicht entschädigen? Ja es wird immer nöthig bleiben, die Busendämme zu erhöhen, man mag auch Vorschläge erdenken, welche man will: denn solche Dämme senken sich, wie alle Dämme, und gleichwie die porösen Lande, worauf sie liegen. Wer wird wohl behaupten

wollen, dafs diese Dämme und solches Land ihre anfängliche Höhe, in Beziehung der Fluth vor Amsterdam, noch jetzt haben? diese Höhe kann doch nicht einmal hinreichen, da die Busen, in dem Maafse neue Polder entstanden sind, eine gröfsere Wassermenge fassen müssen. Kann man an der von den committirten Sachkundigen vorgeschlagenen Erhöhung noch etwas ersparen, desto besser. Aber immer werden die nähern Bestimmungen sich hierüber nur alsdann machen lassen, wenn die Busen selbst bis zur festgesetzten Tiefe ausgehoben; wenn das Zyperschleuschen und die angegebenen Brücken bey Alkmaar, erweitert seyn werden. Auch wird man sorgfältige Beobachtungen über den Effect der Wurfradmühlen, über die auszuwässernde Wassermenge anstellen, und genaue Nivellements bewerkstelligen müssen.

Ich bemerke zum Schlusse, dafs die Hindernisse, welche man dem Verbesserungsproject entgegen gesetzt hat, einen abermaligen Beweis davon abgeben, wie der Eigennutz der Menschen fast immer über kluge Anstalten siegt. Möchten diese letztern doch, zur Verbesserung von Nordhollands Wasserstaat, in Ausübung gebracht werden!

Zweytens.

Von dem Innern Wasserstaat von Rheinland. Tab. 40 und 41.

§. 87. *Rheinland* (holländisch *Rhynland)* in dessen Mitte das Haarlemmer-Meer liegt, ist — nach Nordholland — der gröfste für sich abgetheilte *hydrotechnische Wasserbezirk* Hollands, und daher sehr wichtig für den Ingenieur. *) Es entladet nach

*) Der Wasserstaat (Waterstaat) von Holland ist für die Existenz dieses Landes so wichtig, dafs je nach den hydrotechnischen Rücksichten die einzelnen Bezirke sich zu den gemeinen Lasten der Wasserbauten und zur Behandlung ihrer Canäle, Schleusen u. s. w. vereinigen mufsten. Diese hydrotechnischen Bezirke erhielten nun eigne Benennungen: als da sind *Rheinland* Tab. 41. (holländ. Rhynland), *Delfland*, *Schieland*, *Amstelland* Tab. 40., *Utrecht* und die Wasserschaft (holländ. Waaterschap) *Woerden*. Jeder solcher Bezirk hat seine Grenzen, so ist z. B. die Grenze zwischen Rheinland, Delfland und Schieland mittelst kurz schraffirten Strichen auf Tab. 40. angegeben. Sie geht vor der Oost-Duyn nördlich Haag nach Leydsendamm, Vadingsveen, nördlich Gouda, bis Bodegraven. Einen solchen hydrotechnischen Bezirk nennen die Holländer auch Hoogheemradschap. Diejenigen Personen, denen, vor den neuesten Staatsveränderungen, in solchen Bezirken die Obsorge über die Deiche, Schleusen, Canäle, Schöpfmühlen, Gräben und Wege anvertraut war, machen das Hoogheemraths-Collegium aus. Die Mitglieder hiessen Hoogheemräthe, erhielten zwey bis 3000 Gulden jährlichen Gehalt, und der Präsident war Deichgraf. Es wurde aus den Landeignern, ehemals aus den ersten Familien gewählt, und diesem Collegium, welches im Jahr nur wenig Tage beschäftigt war, wurden Sachverständige, sogenannte Landmeeters oder Aufseher (Opzieners) beygeordnet, welche die Arbeit verrichteten, und unter denen einige sehr gut, andere schlecht bezahlt waren.

Alle Anlagen und Maschinen, welche auf den Wasserstaat eines solchen hydrotechnischen Bezirkes eine directe Beziehung haben, werden auf gemeinschaftliche Kosten der Grundeigner unterhalten und zwar nach dem Steuerkapital der Besitzung, das ist, nach dem angegebenen Werthe der Besitzung eines jeden Grundeigners. Die obere Leitung des Wasserstaats steht natürlich der Regierung, folglich jetzt den Ingenieurs des Brücken- und Wegebaues zu, und in Holland dürfte, nach meiner Localkenntnifs zu urtheilen, für dieses wichtige Wasserbauwesen und für das der nördlichen Departements, eine eigne

zwo entgegen gesetzten Richtungen das wasser seiner Innern-Canäle, nämlich nördlich in das Y bey Halfwege und bey Spaarndamm (T. 41.), und südlich in die Yssel; in diesem Flufs jedoch nur so lange als Rheinlands-Busen, nicht höher den 10½ zoll über den Amsterdamer Pegel steht, das ist also äufserst selten, denn im Mittel steht dieser 22 zoll unter diesen Pegel.

Aus diesem wasserstande geht hervor: dafs die Lage von der oberfläche des ehemaligen südhollands, seiner Gewässer, Canäle und Deiche, in Beziehung auf die oberfläche der Nordsee, zur Beurtheilung des Innern-wasserstaats, von der äufsersten wichtigkeit ist; ich will daher folgende Auskunft darüber geben. Das General-Niveau, worauf sich die holländischen wasserbaukundigen, in allen ihren vorschlägen über den Innern-wasserstaat, beziehen, ist stets der der ordinären Fluth des Y's vor Amsterdam gleich gesetzte Nullpunkt des Amsterdamer-Pegels. Transportirt man diesen Punct, mittelst eines Nivellements, nach der Nordsee bey Katwyck op zee (Tab. 41.), so liegt er nach Lulolfs 30,4, nach Cruquius 38,6 zoll über die mittlere Ebbe, und 25 zoll unter die mittlere Fluth der Nordsee. *) Folgendes Tableau gibt über die Lage der Gewässer, Canäle, Deiche und das Land selbst, über oder unter dem Amsterdamer-Pegel, eine bestimmte Auskunft.

Generaldirection in Amsterdam zu etabliren seyn. Denn der Wasserbau dieser Länder, von Seeland bis Hamburg, ist wichtiger als der übrige Wasserbau Frankreichs. Es scheint dafs derselbe wegen den öfters schleunig zu ergreifenden Hülfsmitteln eine eigne bauwissenschaftliche Centralbehörde, die jedoch unter dem Ministerium des Innern stehen könnte, nothwendig hat. An ihrer Spitze müfste freylich ein *Ingenieur* als Generaldirector stehen, derselbe sollte mit allen Anlagen bekannt und mit Erfahrung, die durch glücklich ausgeführte grofse Unternehmungen begründet ist, ausgerüstet seyn. Doch diese Meynung werde keineswegs als ein unzeitiger Rath betrachtet, sondern ich stelle sie nur deswegen auf, weil die Zwecke so äufserst wichtig sind und das Gedeihen der Wissenschaft des Wasserbaues vorzüglich von einer zweckmäfsigen Leitung ihrer Werke abhängt!

*) Cruquius Waterpassingen.

Ueber den Amsterdamer Pegel liegen		rheinländisch Fuſs.	rheinländisch Zoll.
Hoher stand des Lecks bey der vaart. Siehe Tab. 35.	1751	22	—
	1744	17	3
	1740	16	5
	1726	15	2
	1598	14	7
Der Klockschlag an der Vaart		11	7
Ordinäres Sommerwasser des Lecks		6	6
Mittlere Fluth-Höhe bey Halfwege am Y (Tab. 41.)		1	—
Der Sparrendamsche Deich		10	—
Der Slaperdeich		4	4
Hohe Rheindeiche am nördlichen Ufer und Deiche an den Austrocknungen. Tab. 40.		2	6
Wieriker Kade **) . . .		1	10
Höhe der Deiche an der Nordseite der Merwede. Tab. 31.			
An der Papendrechtschen Fähre		10	4
Zu Papendrecht		11	2
Am Engel		11	1
Zu Slydrecht		13	—
Am Hootenhoofd		12	10
Zu Giesendamm		13	2
Am Stenenhoek		13	8
Ans Krommegat		15	10
Zu Hardinksveld		16	5
Thurm Pegel daselbst .		15	6
Am Bout		16	1
Arkelsendeich. Tab. 31.			
Zu Schelluynen		16	9
Am Fährhause zu Sleewyk		16	11
Am Zollhause		17	—
Dalemse-Deich. Tab. 31.			
Bey den Kornmühlen .		13	7
— dem Loewesteinschen Fährhause		15	1
An den Dyk.			
Bey dem Bout		10	10

Unter den Amsterd. Pegel liegen	rheinländisch Fuſs.	rheinländisch Zoll.	Anmerkungen.
Von Rheinland. Tab. 40.			
Polderkaden	2	9	
Höhe des Wassers in den Canälen . . .	—	2	
Busenwasser *) . .	—	11	*)
Drempel der Halfweger-Schleusen . .	1	10	
Mittlere Busenhöhe von Rheinland . .	1	10	
Sommer-Busenwasser von Rheinland . .	2	9	
Mittlere Höhe der bepolderten Lande .	2	6	
Austrocknungen . .	11	6	
Delfland u. Schieland. S. Tab. 40.			**)
Polderkaden	—	2	
Der Schöpfmühlen-Pegel	—	9	
Mittlere bepolderten Lande	4	6	
Austrocknungen und Veenplätze	11	6	
Amstelland. Tab. 41 und 42.			
Polderkaden	—	2	
Mittlere bepolderten Lande	2	—	
Austrocknungen . .	11	6	
Lande nördlich dem Merwededeich. Tab. 39.			
Polder von Papendrecht	3	5	***) (for this and the following four rows)
— — Slydrecht.	3	2	
— — Giesendam	2	10	
Bey Hardinksveld Tab. 39.	—	11	
Harlemmer Meer im Winter	—	10	

*) Wenn Rheinlands-Busenwasser zu 10 Zoll gestiegen ist, so wird die oudasche Schleuse am Rhein zugeschlossen. Siehe auf Tab. 40. diese Schleuse.

**) Die Wieriker Kade T. 40. liegt auf einen schlechten Grund und muſs jährlich von Delfland und Schieland gemeinschaftlich erhöhet werden.

***) Aus der niedrigen Lage dieser Lande sieht man also offenbar, daſs sie nicht urbar seyn konnten, als sie noch keine Deiche beschützten, und sonach muſste die Insel der Bataver auch schon frühe gegen die hohen Sturmfluthen — durch Deiche, gedeckt seyn!

Aus diesem Tableau ersehen wir nun, wie nöthig dem holländischen Wasserbaukundigen und den Vorstehern des Polder- Schleusen- und Canalwesens, die Kenntniſs von der Lage der Gewässer und Lande, so wie der Deiche ist, und wie sehr man in Holland Ursache hat, sich darum aufs sorgfältigste zu bekümmern. Insbesondere, da der hydrotechnische Zustand, wegen der Versandungen der untern Flüsse, immer gefahrvoller wird. Ja! es ist die höchste Zeit: daſs die Holländer genugthuende Maaſsregeln in Ausübung bringen, wenn sie ihre Nachkommen nicht einem unfehlbaren Elende überliefern, und die Auswässerung ihrer Canäle verlieren wollen!

§. 88. Ein anderer wichtiger Umstand für die Leitung der Innern Gewässer Hollands besteht darin, daſs nach der Meynung und der Beobachtung Einiger, die Lande längs der Küste sich senken, hingegen die Nordsee sich erhöhe. Die Untersuchung alles dessen, was hierüber Aufschluſs geben kann, ist für Hollands Wasserstaat von der äuſsersten Wichtigkeit; denn die hohen Basins, in denen das Binnenwasser aus den Gräben (Slooten) aufgemahlen wird, woraus es wieder in die See abläuft, und welche, wie gesagt, Busen (Boezems) heissen, liegen in ihrem mittlern Stande nur zwey Schuh über die mittlern Ebben der Nordsee. Wenn diese also von Zeit zu Zeit höher würde, so dürften sich die Holländer auf mehrere Schöpfmühlen gefaſst machen, denn eine gewöhnliche bringt das Wasser nur fünf Schuh auf. Selbst die Deiche würde man erhöhen müssen, und die Lage dieses Landes würde immer gefahrvoller! Unter solchen Umständen könnte an die Austrocknung des Haarlemmer-Meeres, in die Nordsee, mittelst einer Wasserableitung, durch die ehemalige Rheinmündung, mit einer anzulegenden Schleuse, bey Katwyck op Zee, Tab. 41., gar nicht gedacht werden! Kein Wunder, wenn diese Materie zu verschiedenen Zeiten ein Gegenstand war, den die Naturkundigen ihrer Nachforschungen würdig geachtet haben. Deſswegen veranstaltete auch die Academie der Wissenschaften zu Haarlem 1759 eine Preisfrage: „ob das Sinken der Lande und die Erhöhung der Nordsee gegründet sey?"

Lulofs, der den Preis davon trug, mag uns also als Führer dienen. Er zeigt, bevor er zu der eigentlichen Frage kömmt, daſs die See längs der schwedischen Küste seit tausend Jahren 45 Schuh niedriger geworden sey, und daſs hingegen das Meer bey Ravenna und Venedig in einer Zeit von 230 Jahren einen Schuh an Höhe gewonnen habe, dieſs letztere bestättigt auch Manfredi. *)

Von Nordholland hat es L'Epie bewiesen, daſs es gesunken sey. Er gibt sich auch Mühe, die Erhöhung der See-Oberfläche (seit 300 Jahren) zu erweisen. **) Ueberdem sprechen auch die alten Chroniken von dem Sinken in Nord-Holland. So hat z. B. das Drechter-Land (Tab. 43. 44.) noch im Jahre 1445 über die Süder-See

*) Commentar. Bononiensis.

**) L'Epie onderzoek over de oude en tegenwoordig naturrlyke oesteldheid van Holland.

gelegen. Zu dessen Entwässerung wurden sieben Jahr später die ersten Wurfradmühlen angelegt. *)

Zum Regulativ dieser Entwässerung ward ein Pegel angeordnet, dessen Bestimmung war: dem hohen Lande so viel Wasser zu entziehen, als ihm zur Entwässerung des niedrigen Landes entzogen werden mufste. Weil aber (1647) der Sommer-Pegel zwey Zoll niedriger und der Winter-Pegel fünf Zoll höher als die ältern Pegel gesetzt werden mufsten, so wäre von 1452 bis 1647 entweder die See-Oberfläche zwey Zoll gestiegen oder das Land so viel gesunken. Von 1616 bis 1732, war es wieder nöthig, den Sommer-Pegel zu Enckhuysen eilf Zoll zu erniedrigen. Diese Data schienen indessen dem Naturforscher l'Epie noch nicht hinreichend, um das Sinken der Lande zu beweisen. Er mafs deswegen (bey einem östlichen Winde) die Höhe des Binnenwassers und zwar an der Schwelle des Overtooms zu Enckhuysen (Tab. 44.), so wie auch die Höhe der See zur Fluthzeit. Aus diesen Messungen schlofs er dann: dafs die Lande 6 Fufs 10 $\frac{3}{4}$ Zoll Amsterdamer Maafs, beynahe 6′ 3 $\frac{3}{5}$″ Rheinländisch niedriger lagen als die ordinäre Fluth vor der Stadt. Während des Voll- oder Neumondes aber 6 Fufs 5 $\frac{1}{4}$ Zoll. Da diese Lande zur Zeit als noch keine Deiche vorhanden waren, nothwendig der Fluth gleich liegen mufsten, so lagen sie damahls wenigstens um diese 6 Fufs 5 $\frac{1}{4}$ Zoll höher, als zur Zeit, wo l'Epie die Untersuchung anstellte. Ihm schien daher auch das Sinken von Nordholland ausser allem Zweifel. Dessen Gröfse bestimmte er, den angeführten Messungen nach, von 1452 bis 1482 einen Schuh, von 1616 bis 1732 nur $\frac{1}{4}$ Schuh. Wenn man nun erwägt, dafs Nord-Holland aus solchem Boden besteht, dessen gröfster Theil erst nach der Austrocknung der Binnen-Meere urbar gemacht wurde, und dafs ehemals das See- oder Salzwasser (dessen Bodensatz wenig Schlick enthielt, wovon die Erhöhung des Landes hätte bewirkt werden können), die einzelnen hohen Stellen umflofs, **) so ist es wohl einleuchtend, dafs dieser bedeichte und ausgetrocknete District zusammenschwinden und eine gesammte Erniedrigung des lockern und porösen Bodens statt finden mufste.

Was aber die übrigen Messungen anbetrifft, so scheinen sie kein genugthuendes Resultat zu geben. Gesetzt die Senkung der Lande betrage von 1452 bis 1616 fünf Fufs 4 $\frac{1}{4}$ Zoll, hätte man alsdann nicht den Austrocknungs-Pegel mehr als 2 Zoll erniedrigen müssen? Und wenn gleich die Entwässerung nicht erheischt hätte, ihn um 5 Fufs 4 $\frac{1}{4}$ Zoll zu erniedrigen, weil in Rücksicht derselben der mittlere Stand der Südersee, der bey Enckhuysen sehr wenig von dem des Y's bey Spaarendam, wo er acht Zoll unter der gewöhnlichen Fluth steht, abweicht, so ist dennoch gewifs, dafs die bemerkte Erniedrigung des Pegels von 2 Zoll der relativen Erhöhung

*) Chronyk van Medenblick pag. 119. Lulofs hält aber dafür, dafs die Erfindung dieser Maschine noch älter sey.

**) Gedaante en Gesteldheid van Westvriesland door Eickelenberg p. 11. etc.

der see, in hinsicht des landes, von 5 fufs 4 ¾ zoll, nicht entspricht. Lulofs meint auch, „dafs während der l'Epischen messung das Binnenwasser von dem östlichen winde zurück getrieben worden, und dafs dieser, wegen des unterschieds des standes der see und des Binnenwassers, gröfser ausfallen konnte, als er wirklich gewesen. Indessen sey aber die Erhöhung der südersee eine wirkliche Thatsache, die durch den stand des Y's an den spaarendamer und halfweger schleusen Drempeln (Tab. 41.) erwiesen würde.“

Ausser diesen beyden gelehrten Naturforschern hat auch der Landmesser cruquius, dessen Arbeiten schon öfters angeführt sind, die Erhöhung der Nord- und südersee aus seinen hydrometrischen Messungen darthun wollen. *) Er gibt sie sogar in den letzten zwey Jahrhunderten auf zwey schuh an. Nach ihm könnte sie sowohl von dem steigen des Meers als von dem sinken der Lande bewirkt worden seyn. Lalande, in seinem werke über die canäle, der diese Untersuchungen benutzte, mufste also auch eine Erhöhung der see-oberfläche annehmen. **)

Diese sache ist vor einigen Jahren wieder mit aller sorgfalt untersucht worden, und zwar bey der Gelegenheit als den vier sachkundigen, dem Inspector *den Bergen*, *klaas de kos*, *smet* und *Jan switsen* im Jahre 1790 aufgetragen wurde, über den wasserstaat von west-Friesland nach vorhergegangener Local-untersuchung einen Bericht zu erstatten. Ihnen ward zugleich bestimmt die Frage vorgelegt: ob sowohl die ordinären als ausserordentlichen Fluthen der Nordsee, durch das Erweitern der Meerbusen als des Texels, des vliestromes und Eyerlandsgat (Tab. 45.), den südersee und das Y höher anschwellten, als im verflossenen Jahrhundert.

Als diese sachkundigen in den Pegelbüchern, worin die wasserhöhen an den Pegeln zu Amsterdam und im Texel aufgezeichnet sind, vergleiche angestellt hatten, so beantworteten sie die Frage mit *Nein*. In so fern nun einzelne Messungen nichts entscheiden und nur die wasserhöhen an den Pegeln über diese sache Auskunft geben können, zweifle ich mit Recht an die Erhöhung der Nordsee gegen ehemals. Die Erniedrigung oder senkung des festen Landes von Nordholland bestimmen diese sachkundigen aber, von 1250 an, auf jedes Jahrhundert zu 1 ⅔ Fufs. In der That gibt dieses Resultat, vereinigt mit der Erhöhung der Flufsbetten, die wirksamste veranlassung zur zweckmäfsigen Behandlung des holländischen-wasserbauwesens.

§. 89. Nachdem ich diese so nothwendigen Data geliefert habe, so kehre ich zu dem Innern-wasserstaat von *Rheinland* zurück. Soll die Auswässerung dieses Bezirkes nach der *yssel* nicht statt finden, so wird die *goudaische-schleuse* Tab. 40 und 65., die östlich *Alphen*, auf dem Goudaischen canal die Gouwe genannt — nahe am Rhein, liegt, zugeschlossen. Diese vorsicht ist nöthig, weil über den

*) Peilingen en Waterpassingen omtrent de Rivier de Merwede. p. 15.

**) Des canaux de navigation etc. §. 673.

Dämmen dieses Canals das Wasser in die niedrigen Sammelgräben der Polder fliefsen würde, und dann fallen auch die Ebben vor Gouda öfters nicht tiefer, als 20 Zoll über den Amsterdamer-Pegel, die mittleren fallen 27 Zoll. Es würde also, bey dem stäten Offenbleiben der besagten Schleuse, kein sonderlicher Abflufs des Wassers nach der Yssel statt finden, und die Lande zwischen dem Rhein und Gouda, bey hohem Stande von Rheinlands-Busen, einer Ueberschwemmung blofs gestellt seyn.

Nach der nördlichen Richtung wässert Rheinland in das Y (Tab. 41.), wenn dieses unter den Amsterdamer-Pegel steht, an zwo Stellen aus, nämlich a) bey Spaarndam und b) bey dem Hause Zwaanenburg oder Halfwege. Es ist begreiflich, dafs diese Auswässerung vor sich gehen kann, wenn das Y niedriger, als das Harlemmer Meer steht: dafs alsdann, die an den beyden Entwässerungspuncten liegenden Schleusen sich öffnen, indem ihre Thore gegen das Y aneinander stemmen. Auch sind bey Spaarndam, so weit Nachrichten gehen, die ersten Kammer- oder Kastenschleusen angelegt worden, denn der Graf Wilhelm II. ertheilte im Jahre 1253 die Erlaubnifs, bey Spaarndam eine Kammerschleuse (holländisch Kolksluis) von 24 Fufs Oeffnung zu erbauen.

Die Schleusen bey *Halfwege* Tab. 41. lassen aber nicht allein das Wasser aus dem Harlemmer-Meer oder aus Rheinlands-Busen in das Y, wenn das Y niedriger als dieser Busen, sondern wenn es mit demselben im Niveau steht. Dieser Fall ereignet sich nämlich in Momenten, wenn das Harlemmer-Meer von den aus Westen bis Süden stark wehenden Winden heftig bewegt, also nach diesen Auswässerungs-Schleusen hingetrieben wird; insbesondere bringt der Südwest-Wind solchen Effect hervor. Auch ist dieses Meer fast beständig vom Winde beunruhigt, wenn selbst die Nordsee, und das Y, eine spiegelnde Wasserfläche darbietet. Es mag dieses von dem Luftstrom entstehen, welcher in der Oeffnung — zwischen der Nord- und Südersee, die das Harlemmer Meer macht — einen Weg findet.

Die Schleusen bey Spaarndam (Tab. 41.), sind folgende: Die *Kleine-Schleuse.* Sie ist zehn Schuh weit, und hat eine Kammer zum Durchschleusen kleiner mit liegenden Masten versehener Fahrzeuge. Im Jahre 1519 wurde sie von der Stadt Haarlem, welche sie unterhält, erbauet. Die zweyte Schleuse (Kolksluis) ist die älteste. Anfänglich war sie nur für kleine Fahrzeuge eingerichtet. Im Jahre 1492 wurde sie, nach der Spaarne zu, neun Schuh verlängert. Endlich ist sie 1571 erneuert worden. Sie hat jetzt eine Weite von 19 Fufs, 0,5 Zoll und drey Paar Stemmthore, nämlich zwey Paar Fluththore, erhalten. Die *Woerdensche* Schleuse, welche 1363, von demjenigen Antheil der Wasserschaft Woerden und dem Stifte Utrecht, welcher nicht auf die Goudaische Yssel, sondern auf den Leydschen Rhein auswässert, mit Consens von Rheinland, angelegt wurde, erhielt zwey Oeffnungen. Im Jahre 1611 wurde sie umgebauet, bekam eine Oeffnung von zwanzig Schuh im Lichten und zwey Fluthstemmthore. Die vierte Schleuse ist die *Grofse-Schleuse.* Vor 1568 war sie kleiner,

als gegenwärtig. Damahls wurde sie erneuert, so dafs jetzt die gröfsten schiffe, welche von Amsterdam nach Haarlem gehen, durch sie passiren. Da sie zur Auswässerung von Rheinland — gleich den übrigen schleusen — dient, so hat Rheinland zu ihrer Erbauung $\frac{1}{3}$ beygetragen. Sie hat eine weite von 25 Fufs, und zwey Paar Fluth-Stemmthore, ein Ebbethor und eine Drehbrücke. Seit einigen Jahren ist ihr Boden schadhaft geworden, und es hat jemand vorgeschlagen: dessen Oeffnungen mit Torfstücken auszufüllen. Der Erfolg dieses Vorschlags ist indessen nicht der befste gewesen. Die schleuse bedarf daher einer wesentlichen Ausbesserung!

Nach diesen vier spaarndammer schleusen kann aber keine solche wassermenge, aus dem Haarlemmer, fliefsen, als sie vermöge ihres Profils durchzulassen fähig sind, da die Spaarne bey Haarlem, die aus dem Haarlemmer-Meer das wasser nach den schleusen führt, nicht weit genug ist. Man legte daher vor etwa 20 Jahren beym *Peningsveer* zwey 13 Fufs breite Aufziehschütze (Tab. 41.), durch denen das wasser, mittelst dem canal, die spaarwouder-Lye, aus dem Harlemer-Meer fliefst. Sie werden aufgezogen, sobald das Harlemer-Meer höher als das Y steht, also die Auswässerung, durch die spaarndamschen schleusen, erfolgen kann. Nachher zeigte indessen die Erfahrung, dafs auch diese sehleuse zu einer zweckmäfsigen Leitung des wassers nach Spaarndam nicht hinreichten, zumal da das Bett der spaarne sich erhöht hatte, denn das über den *slaaperdeich*, B. I. S. 325. gefallene seewasser deponirte in der Spaarne schlick, indem es sich mit dem wasser dieses Flusses vermischte. Einen schlick, welcher sonach aus der Mischung des süssen wassers mit dem seewasser entbunden wurde I. B. S. 125. Also ist die Erhöhung des slaaperdeiches schon in dieser Hinsicht nothwendig. I. B. S. 444. Wollte man demnach den zuflufs des wassers von dem Harlemer-Meer nach den schleusen bey *spaarndam* vermehren, d. i., hiedurch die Auswässerung von *Rheinland* etwas verbessern: so mufste das Profil der beym *Penningsveer* (Tab. 41.) angelegten schütz-schleuse vergröfsert, d. i., eine neue schleuse angelegt werden. Diese schleuse ist vor einigen Jahren aufgeführt. Sie hat zwey Oeffnungen, jede von zwanzig Fufs weite, erhalten.

§. 90. Die zweyte Auswässerung von Rheinland in das Y, ist, wie gesagt, bey Halfwege. Sie besteht aus drey schleusen, die 1364 angelegt; nachher 1652, und zum zweyten Mal 1724 erneuert seyn sollen. Es sind keine Kammerschleusen und ihre Thore schlagen lediglich gegen das Y zu. Die *westliche* ist im Lichten 18 Fufs weit und ihre Flur liegt $9\frac{7}{12}$ Fufs unter den Amsterdamer-Pegel. Das Profil, oder ihre Capacität, beträgt 172,5 Quadratfufs. Die *östliche* hat eine weite von 18 Fufs und ihre Flur liegt $7\frac{1}{4}$ Fufs unter den Amsterdamer-Pegel. Ihr Profil ist $= 7\frac{1}{4} \cdot 18 = 1305$ Quadratfufs. Die *mittlere-schleuse* (s. Tab. 64.) ist die gröfste, ihre weite beträgt zwanzig Fufs. Bey 12 Zoll Amsterdamer Pegel ist das wasserprofil dieser drey schleusen 1040,354 Quadratfufs grofs.

Damit aber die Schiffahrt in Rheinlands Binnen-Canälen, also auch die Spaarne und der Canal, welcher von Haarlem nach Halfwege geht, keinen Mangel an Wasser haben möge, so werden die Schleusen zu Halfwege und Spaarndam, mittelst eines Balkens, zugestempelt, sobald das Wasser im Y 22 Zoll unter dem Amsterdammer-Pegel steht. Dieser Wasserstand ist übrigens sehr niedrig und tritt nur selten ein! Das Bett der Spaarne hat sich aber leider seit 1753 zwanzig Zoll erhöhet, denn dieses geht daraus hervor, daſs man damahls Rheinlands-Busenwasser bis 42 Zoll unter dem Amsterdammer-Pegel fallen lassen konnte. *)

§. 91. Alle diese Schleusen sind indessen zur vollkommenen Auswässerung Rheinlands nicht hinreichend, und man hat in einigen Bezirken groſse Schöpfmaschinen zu Hülfe nehmen müssen, weil einige Sammelbusen höher als die Entwässerungsgräben liegen. **) Diese sind nun von jenen, mittelst kleinen hölzernen Kastenschleusen (holl. Verlaate), mit Stauschleusen oder Wasserkehrungen abgesondert. Die Maschinen, welche das Wasser auf Rheinlands-Busen bringen, d. i., aufmahlen, bestehen aus Wurfradmühlen und Wasserschraubenmühlen. Die Anzahl derselben ist groſs, und sie beträgt einige Hundert. Ich habe sie auf Tab. 40 und 41. verzeichnet und unten mit ein Paar horizontalen Strichen, von andern Windmühlen, unterscheiden lassen.

Also werden die Canäle eines hydrotechnischen Bezirkes in Holland von andern Bezirken durch Schleusen und Wasserkehrungen abgeschlossen, damit der eine Busen das Wasser des andern nicht aufnehme. Muſs er dasselbe aber abführen, so wird eine gewisse Wasserhöhe, die sich auf den Amsterdamer-Pegel bezieht, festgesetzt, bis zu welcher Höhe der auswässernde Busen angeschwellt werden kann. So bleibt z. B. die Goudaische Schleuse am Rhein bey Alphen (Tab. 40.) nur so lange offen, als Rheinlands-Busen $10\frac{1}{2}$ Zoll über den Amsterdammer-Pegel steht. So lange nimmt also *Schielands-Busen* das Wasser aus *Rheinlands-Busen* auf, und dieser wässert bis zu solcher Wasserhöhe auf die *Yssel*, durch die Groſse-Schleuse bey Gouda, welche auf Tab. 35. mit A bezeichnet ist, aus.

Nach diesen Absichten ist nun Rheinlands-Busen von den an ihn gränzenden hydrotechnischen Bezirken: Amstelland, Schieland u. m. a. abgeschlossen, und zwar auf folgende Weise. 1.) Von Schielands-Busen mittelst der Goudaischen Schleuse

*) Memorie over het Doorgraving uit het Weiker-Meer. p. 68.

**) Auch vieles Land liegt niedriger als Rheinlands-Busen und unter der ordinären Fluth vor Amsterdam. So liegt z. B. das Land an der Westseite der Spaarne (Tab. 41.) unter den Amsterdamer-Pegel 14 Zoll. An der Ostseite 13 Zoll; von Halfwegen längs Polanen bis Raasdorp 13; westwärts in den Kleinen Poldern unter Aalsmeer 16 Zoll; und zwischen Zwet und Aalsmeer 13 Zoll unter den Amsterdamer-Pegel. Wir sehen hieraus, daſs es in Holland nothwendig ist, die Sammelbusen selbst, wenn sie auch Canäle sind, zwischen Dämmen einzuschliessen; die man Kadämme oder Busendämme nennt, und die besser *Canaldämme* genannt werden mögen.

bey Alphen am Rhein Tab. 40., welche aus zwey Abtheilungen besteht. Die eine Abtheilung ist bloſs zur Auswässerung bestimmt, hat also nur ein Paar Thore; die zweyte besteht aus einer Kammerschleuse zum Durchlassen der Schiffe, wenn Rheinlands-Busen, hier der Rhein, selbst höher als 10 $\frac{1}{2}$ Zoll über den Amsterdamer-Pegel steht.

2.) Von *Delflands-Busen* ist *Rheinlands-Busen* mit den zwey Fallschützen, die an einem beym *Leydenschen Damm* Tab. 40., liegenden Bassin hangen, abgeschlossen. Jedes dieser Schütze ist 12 Schuh breit. Der Canal, welcher von da aus nach dem Haag geht, d. i., Schielands-Busenwasser, steht gewöhnlich 10 bis 12 Zoll höher, als der Leydener-Canal, d. i., als Rheinlands-Busen. Hieraus sieht man demnach: daſs es für die Auswässerung von Rheinland sehr wünschenswerth sey, wenn die Ebben in der Maas vor Rotterdam niedriger fielen, als sie gegenwärtig fallen. Höchst wahrscheinlich fand dieser Fall in den Zeiten statt, als Rheinland noch keine Schleusen hatte, die sein Wasser in das Y bey Halfwege und Spaarndam führten, denn sonst könnte es nicht bewohnt gewesen seyn.

3.) Von *Amstellands-Busen* ist *Rheinlands-Busen* abgeschlossen: a) mittelst der bey Nieuweveen Tab. 41., auf dem *Aar*-Canal liegenden hölzernen Kammerschleuse, genannt das *Rheinländische-Verlaat*, das ist die Stauschleuse von Rheinland. Auf der citirten Karte ist es beschrieben mit *Verlaat* R, auf Tab. 66. Fig. A und B ist es deutlicher angegeben. b) Von den *Billerdammschen-Schleusen*, westlich Leumuyden Tab. 41. c) Von der Schleuse, welche 400 Ruthen von demjenigen Eck, wo sich die Canäle (die Aar und Dregt) vereinigen, liegt. Sie ist auf Tab. 41. mit Verlaat beschrieben, und liegt am linken Ufer der Dregt auf die Fahrt, welche nach Kudelstaart führt. d) Mittelst des Verlaats oder der hölzernen Kammerschleuse bey Aalsmeer Tab. 41. nicht weit vom Haarlemer-Meer. Endlich e) mittelst des Overtooms das ist einer Rollbrücke, den wir auf Tab. 41. zwischen Amsterdam und dem Dorfe Slooten mit *overtoom* angegeben finden.

§. 92. Nachdem jetzt der Leser mit den Vorrichtungen die man speziell in Holland *Wasserkehrungen* nennt, welche Rheinlands-Busen von den andern hydrotechnischen Bezirken abschlieſsen, bekannt ist, so komme ich zur *Beschreibung von Rheinlands-Busen* selbst, das ist zu denjenigen Wasserbezirken, Canälen und Flüssen, welche die Innere-Gewässer von Rheinland aufnehmen. *)

*) *Rheinlands*-Begrenzung ist auf Tab. 40 und 41. mit Strichen angegeben. Westlich geht sie von der Nordsee bis zum Leydsendam, nach Drie-Sprong, wo die Grenzen von Schieland und Delfland zusammen stossen, dann nach Hoef und Donderdam, dann durch den Gecombineerde Zevenhuysener Zuydplas bis Denbrouk, jetzt die Gouwe hinauf gegen Wadingsveen, dann östlich längs dem Reedyk uud der Ruyge-Kade vor Bodegraven vorbey den Rhein hinab, die Mye hinauf, der Greght nach bis zum Woerder-Verlaat, von da sie die Dörfer Norden, Nieuveen, Kaalslage, Kudelstaart und Aalsmer zu Rheinland zieht, und dann geht sie links dem Schinkel nach dem Overtoom bis zur nördlichen Spitze von Amsterdam. Nördlich ist sie zwischen Haarlem und Sandport auf Tab. 41. punctirt, wo sie vor dem Slaaper-Deich hingehend, sich am *Y* verliert, und an der Nordsee anfängt.

Dieser aus Canälen, Flüssen und Landseen gebildete Busen besteht 1) aus dem *Haarlemmer-Meer.* 2) Der *Noorder-Spaarne.* *) 3) Der *Süder-Spaarne*, die zwischen Haarlem und dem Haarlemmer-Meer fliefsen. 4) Aus dem Wasser, das *Moegenhel* (Tab. 41.) genannt, und das ohnweit Spaarndam und dem Penningsveer liegt. 5) Aus der südlich dem Haarlemmer-Meer gelegenen Leede bey Warmond. (Tab. 41.) 6) Aus den zwischen *Haarlem*, *Leyden*, *Leymuiden*, *Katwyk* und *Bodegraven* am Rhein (Tab. 40 und 41.) befindlichen Canälen, das ist, vorzüglich aus dem Rhein. 7) Aus dem Canal, die *Waetering* genannt, das ist, der vom Rhein ohnweit *Outshorn* (Tab. 40.) nach dem Brasemmer-Meer (Tab. 41.) gehende Canal. 8) Aus dem westlich Amsterdam gelegenen Lütkemeer (Tab. 41.) deutsch Kleine-Meer. 9) Dem Nieuwemeer. 10) Dem Schinkel. 11) Aus der *Leydenschen-Vaart.* 12) Aus den ausgetorften Wasserplätzen bey Aalsmeer. (Tab. 41.) 13) Dem *Brassemeer.* 14) Aus den Canälen *Dregt*, *Aa*, *Does* und der *Woude* oder *Heymans-Waetering.* 18) Aus der *Zyl.* 19) Dem *Venne-Meer.* 20) Der *Aar.* (Tab. 41.) 21) Der *Nieuwen-Vaart*, zwischen dem Rhein bey der Goudaischen Schleuse und der Aar bey Jaagburg; endlich 22) aus der *Gouwe*, das ist, der von der Goudaischen Schleuse nach Gouda gehende Canal. (Tab. 40.)

§. 93. Von dem *Haarlemmer-Meer*, welches, wie gesagt, einen Theil von *Rheinlands-Busen* bildet (Tab. 41.), und das in den neuern Zeiten der Gegenstand so vieler Holländischer Schriften geworden ist, zu dessen Austrocknung mancherley Entwürfe gemacht wurden — finden wir bey den Römischen Scribenten gar keine Erwähnung! Da es bey dem Wasserstaate Südhollands eine sehr wichtige Rolle spielt, so will ich davon folgendes anführen. Anfangs war der Bezirk, den es jetzt einnimmt, in mehreren kleinen Landseen getheilt, die man, in Holland, Meere nennt, nämlich in dem eigentlichen *Haarlemmer-Meer*, dem *Leydner-Meer*, dem *Springer-Meer* (welches im XII. Jahrhunderte mit dem *Ye* scheint zusammen gehangen zu haben) dem *Ouden-Meer*, dem *Helle-Meer*, dem *Aals-Meer*, dem *Kraager-Meer* und dem *Nieuwer-Meer*; Meere, die von Zeit zu Zeit sich vergröfserten, und endlich eine Wasserfläche, das ist, das jetzige Haarlemmer-Meer bildeten. Der Geograph *Alting* stellt die Gegend dieses Meeres auf seiner Karte von dem Zustande Hollands, zu den Zeiten der Römer, als sumpfig und morastig dar. Eines dieser Meere kömmt im X. Jahrhunderte unter dem Namen *Aalmere* vor: denn im Jahre 948 erhielt die Utrechtsche Kirche, von Otto dem Grofsen, das Recht der Fischerey darauf, und einen Zoll an dem Orte gleiches Namens; nachher i. J. 953 sehenkte er dieser Kirche noch einige Güter an dem Flufse Veneppa **) der in das Haarlemmer-Meer flofs.

*) Das ist der breite Canal, welcher Haarlem (Tab. 41.) vorbeygeht, und in welcher das Wasser aus dem Haarlemmer-Meer nach den bey Spaarndam liegenden Schleusen abfliefst.

**) Heda in Odilbaldo und Alting. Germ. inf. Rubrik. Almere.

Die Benennung dieses Flusses hat sich auch in der, in dem Haarlemmer-Meer liegenden Insel Vennep erhalten. *)

Vielleicht dürfen diese Meere folgender Maaſsen entstanden seyn. Nachdem nämlich der Rhein nicht bloſs durch die von Drusus bewerkstelligte Ableitung der *Gelderschen Yssel* oberhalb Arnheim (Tab. 36.), sondern vorzüglich auch durch den *Leck* (der Canal des Corbulo I. B. S. 338.) sehr geschwächt worden war, so muſste die erste unausbleibliche Folge dieser Veränderungen, die Versandung des Rheines unterhalb Wyk te *Duurstede* (Tab. 35.) seyn; welche vorzüglich in dieses Flusses seiner Mündung, westlich Leiden, erfolgte, da der geschwächte Strom nicht ein hinreichendes Vermögen behielt, das Fluſsmaterial in die Nordsee auszuführen! Diese Mündung muſste folglich immer seichter werden, und so kam es, daſs das Rheinwasser in die niedrigen und morastigen Gegenden des Haarlemmer-Meeres zum Theil eintrat. Zur Vergröſserung desselben wirkte noch eine andere Ursache, nämlich das Wasser, welches diese niedrigen Gegenden, bey hohen Fluthen, aus dem *Ye* empfiengen, und es noch jetzt bey einer jeden Fluth, die höher als der Slaaperdeich bey Spaarndam (I. B. S. 442.) steigt, aufnehmen.

Wie beträchtlich übrigens die von Zeit zu Zeit erfolgte Vergröſserung des Haarlemmer-Meeres ist, mag aus folgendem beurtheilt werden. Dieses Meer war nämlich im Jahre 1531 groſs 3040 Morgen.

Das *Leydener-Meer* in demselben Jahr	2175	—
Das *Spieringer-Meer* in demselben Jahr	850	—
Das *Alte-Meer* in demselben Jahr	520	—
Zusammen	6585	holländische Morgen.

Als diese Meere sich so sehr vergröſsert hatten, daſs sie nur ein Wasserbecken ausmachten, und ausſchlieſslich das Haarlemmer-Meer genannt wurden, betrug die Gröſse im Jahre 1591, 12375 Morgen; 1647, 17082; 1687, 18100; 1739 und 1740, 19500 Morgen; jeden zu 600 Quadrat-Ruthen rheinländisch. Gegenwärtig nimmt aber das Haarlemmer-Meer ungefähr den 20sten Theil von ganz Holland ein!

§. 94. Ehe ich nun zur Verbesserung von *Rheinlands-Innern-Wasserstaat* übergehe, muſs folgendes bemerkt werden. Die von dem Beytrage, zu dessen Erhaltung und Verbesserung, befreyten Orte, ob sie gleich in Rheinland selbst liegen, sind — der Natur der Sache nach — diejenigen, welche nicht auf Rheinlands-Busen auswässern. So wässert z. B. das nördlich Gouda gelegene Dorf *Waddinksveen* (T. 40.) nur auf Schielands-Busen, d. i., hier, auf die *Gouwe;* Zegewaard wird eines Theils auf Delflands-Busen, und zwar in den Canal, der vom Leydenschen-Damm nach *Delf* geht, andern Theils aber auf Schielands-Busen entwässert. Es wässern ferner die

*) Wilhelmus Gemmetiansis gibt in seiner Geschichte der Normannen Lib. II. c. 8. *Almere* als einen Fluſs an, woran Rollo, der Normannen-Anführer, mit seinem Heere gestanden habe.

Polder von Zoetemeer und Wassenaar auf Delflands-Busen aus, ob sie gleich in Rheinland liegen. Auch tragen die zwischen Amstellands- und Rheinlands-Busen liegenden Dörfer nichts zu Rheinlands Deichs- und Schleusenlasten bey. Diese Dörfer sind Kudelstaart, Kalslage, Zevenhoven und Nieuwe-Veen. Sie liegen alle am südlichen Ufer des Haarlemmer-Meeres auf Tab. 41.

§. 95. Die zur Correction der Auswässerung von Rheinland gemachten *Vorschläge* haben zur Absicht: 1) die Erniedrigung der Ebben des Y's; 2) die Anlegung der neuen Schleusen bey Halfwege oder 3) die Führung eines neuen Auswässerungs-canals mit einer grofsen auswässernden Schleuse in die Nordsee bey Katwyk. Vorschläge, womit man entweder die Auswässerung verbessern oder zugleich grofse Bezirke trocken legen wollte, zu welcher letztern Absicht auch die Anlage von Schöpfmaschinen nothwendig gewesen wäre.

Es ist einleuchtend, dafs bey der Auswässerung in das Y (Tab. 41.) die Gröfse der Seemündungen *Vlie*, *Texel* und *Maarsdiep* (Tab. 45.) und die übrigen Seemündungen (S. I. B. S. 511.) einen wesentlichen Einflufs haben, denn je gröfser ihre Profile sind, desto beträchtlicher mufs die Wassermenge seyn, die die Fluth durch sie führt, desto höher müssen also auch die Fluthen in der *Südersee*, folglich auch im Y steigen, desto länger müssen sie dauern, und desto weniger werden auch die Ebben im Y fallen. Eine hohe Sturmfluth kann demnach eine totale Veränderung in den Wasserstaat von Rheinland, Amstelland und Nordholland hervorbringen, und das ist doch in der That eine precaire Existenz! Ja, die Auswässerung von *Rheinland* war auch noch vor zwölf Jahren so mangelhaft, dafs das Wasser, welches nicht entlastet werden kann, sich über die niedrigen Wiesen verbreitete. Zu dieser mangelhaften Auswässerung hat nicht nur der bey Spaarndam liegende *Slaaperdeich* (T. 41.) viel beygetragen, wie im I. B. S. 422. u. s. w. erwiesen ist, sondern auch die erfolgte Erhöhung des Bettes der *Goudaischen-Yssel*. (Tab. 40.) Am Ende des XVI. Jahrhunderts erhielten nämlich mehrere Polder, die vorher auf diesen Flufs auswässerten, die Erlaubnifs, auf Rheinlands-Busen auszuwässern. Bereits früher i. J. 1363 ertheilte der Herzog Albrecht von Baiern dem Stifte Utrecht und der Waterschap von Woerden die Erlaubnifs: einen Theil ihres Binnenwassers durch eine bey Spaarndam zu erbauende Schleuse in das Y zu führen; also war schon hiedurch Rheinlands-Busen mit fremdes Wasser beschwert worden! Auch hat die Oberfläche des HHarlemmer-Meeres immer an Höhe zugenommen, und man ist defswegen genöthigt gewesen, kostbare Uferbaue anzulegen (S. I. B. S. 536.), und den Zuflufs des Wassers nach den Schleusen bey Spaarndam erstlich durch zwey Schützen i. J. 1580, und in der neuesten Zeit durch eine Kammerschleuse beym Penningsveer zu befördern. Das Wasser des Haarlemmer-Meeres fliefst nämlich, beym niedrigen Stande des Y's, durch die Liede, worin zwey steinerne Schützschleusen liegen, nach dem Penningsveer. Endlich ist Rheinlands Wasserstaat dadurch verschlimmert worden, dafs Nordholland längs dem Y

im XIV. Jahrhundert bedeicht worden ist. Zuvor hatte dieser Seebusen mit den späterhin trocken gelegten Nordholländischen Meeren eine Gemeinschaft, folglich fielen darin die Ebben niedriger, weil daraus das durch den Pampus (Tab. 41 und 44.) eingetretene Wasser sich auch in diesen Meeren oder Landseen ausbreiten konnte. Die nördlichen Bedeichungen des Y's hemmten demnach die Wassercirculation, also auch die Geschwindigkeit des Ebbe- und Fluthstromes im Y; es konnten sich also die Stoffe zu Boden legen, daher auch seit dieser Zeit, die Entstehung mehrerer Inseln im Y, und die Vergröſserung des vor den Dämmen zwischen *Spaarndam* und *Amsterdam*, liegenden Landes. Ein Glück ist es indessen: daſs der Boden des Y's noch nicht so hoch als die Schleusendrempel von den Auswässerungsschleusen zu Halfwege und Spaarndam liegen. Nachdem nun die Ingenieure die Nachtheile von der mangelhaften Auswässerung Rheinlands erkannten, sind mehrere Vorschläge zu ihrer Verbesserung gemacht, ja! Einige projectirten, eine Durchgrabung von dem Wykermeer nach der Nordsee. Tab. 41.

Der Stand von der Oberfläche des Y's ist, wie bereits gezeigt wurde, für die Auswässerung von Nordholland, Rheinland und Amstelland sehr wichtig. Man muſs ihn daher zu erniedrigen suchen, und eine neue Auswässerung in die Nordsee anlegen, zumal da des Y's Oberfläche (in den letztern Jahrhunderten) sich erhöht haben soll. *) Kurz die Auswässerung durch die Schleusen bey Spaarndam, Halfwege, Zaandam und Nauwerna in das Y ward immer unzureichender; insbesondere ist dieſs der Fall mit der Entwässerung von *Rheinlands-Busen* oder vom *Haarlemmer-Meer* selbst. Das überdieſs die Vergröſserung dieses Meeres und die höher gestiegene Landöconomie eine vollkommnere Auswässerung nöthig machen, und nicht wenig zur Verschlimmerung des Wasserstaats beygetragen haben, ist ausser allem Zweifel. Senken sich nämlich die ausgetrockneten Lande, so müssen ja die Canäle und Busen, gegen diese, relativ höher stehen, nicht aber gegen des *Y's* Oberfläche.

Daſs die Auswässerung von Rheinland ehemals besser war als gegenwärtig, will man auch dadurch beweisen, weil sie im Jahre 1285 bey Spaarndam nur durch *eine* Schleuse (der Kolkschleuse) geschah, und erst 1363 und 1364 noch zwey Auswässerungsschleusen zu Spaarndam und die Schleusen bey Halfwege angelegt wurden; welche jetzt zur Auswässerung nicht einmal hinreichend sind. Besonders waren die Spaarndammer-Schleusen, bis vor einigen Jahren, unzureichend, nämlich bis zum Zeitpuncte, als man zu Penningsveer (Tab. 41.) eine *neue* Schleuse anlegte. Mir scheint es also: daſs man nicht allein dem höhern Stande des *Y's*, den unzureichenden Abfluſs des Busenwassers durch die Schleusen zu Halfwege und Spaarndam zu-

*) Onderzoek over de oude en tegenwoordige oesteltheid van Holland door l'Epie; Beschryving van het oude Batavisch Zeestrand; de Waterpassingen door Cruquius; ferner die Verhandeling van Lulofs over het ryzen der Zee. Die neuesten Untersuchungen scheinen es jedoch zu beweisen, daſs das Y im vorigen Jahrhundert nicht höher als jetzt gestiegen sey.

schreiben dürfe, sondern wie gesagt, auch dem umstand: daſs stets mehrere vor den Hauptdämmen des Y's gelegene Bezirke mit sommerdämmen umgeben wurden, und so diese Bezirke gegen die gewöhnlichen Fluthen beschützten, mithin die Auswässerung von Rheinlands-Busen erschwerten, und endlich der zunahme des Haarlemmer-Meeres!

Demnach ist es nicht allein das gewöhnlich in Rheinlands-Busen stehende wasser, sondern auch das schnee- und Regenwasser, welches sich darin sammelt, und endlich das über den slaaperdeich aus dem Y zuweilen überstürzende wasser (s. I. B. S. 442.), welches alles durch diese schleusen von Spaarndam und Halfwege ausflieſsen muſste.

Auf der andern seite ist es aber höchst wahrscheinlich: daſs die oberfläche des Y's seitdem höher gestiegen ist, als dessen communication mit den nordholländischen Binnenmeeren, mittelst Dämmen und schleusen, aufgehoben wurde. *) Diese communication muſste nämlich in dem Y einen lebhaftern strom hervorbringen, und die Aufschlickung von dessen Bett verhindern. Sie bot dem Fluthstrome selbst kein Hinderniſs dar, welches ihm jetzt die ufer und Deiche sind, vor denen die gewoogte und strömende oberfläche des Y's höher steigen muſs, als in dem ehemaligen freyen und ausgedehnten wasserbecken des Y's und der demselben nahe liegenden Meeren. Hiezu kömmt noch, daſs des Y's Fluthprofil bey Amsterdam frühzeitig in festen Grenzen eingeschlossen war, wovon die darin aus der südersee eintretende wassermenge gröſstentheils abhieng, die in jenen Meeren aber nachher keinen Abfluſs fand, sondern gegen die Dämme, welche Nordholland und das Haarlemmer-Meer vom Y trennen, emporstieg.

§. 96. Nachdem nun angenommen ist: daſs die oberfläche des Y's sich erhöhet hat, so war es nöthig, dieselbe zu erniedrigen, um die Auswässerung von Rheinland, welche bey des Y's niedrigen stande, vermittelst der schleusen zu Spaarndam und Halfwege, geschieht, zu verbessern. Es ward also vorgeschlagen: 1.) vom *wykermeer* (Tab. 41.) bis zur Nordsee einen Canal zu führen, darin nicht weit von der Nordsee, eine schleuse, gegen die hohen Fluthen, zu erbauen. Um dieses Project zu prüfen, wird es nöthig seyn: den Y strom in zwey Rücksichten zu betrachten. 1) Bey einer vollkommenen windstille, sowohl im Y als auf der Nord- und südersee. 2) Beym sturm. Bey jener konnte allerdings von der Durchgrabung einige Entlastung des Y's (senkung der oberfläche) erwartet werden, wenn ihre Profile so groſs wären, daſs sie eine wassermenge abführen, welche diejenige übertrifft, die durch die Fluthmündung des Y's — dem Pampus — (wegen der durch diese communication nach der Nordsee in ihr vermehrten Geschwindigkeit) einströmt. Dies wäre der Fall, wenn es im Y fluthet! Erwägt man aber, daſs die Fluthen in der Nordsee

*) Eickelenberg gesteltheit van Westvriesland p. 10. etc.

½ stunde früher als auf dem Y eintreten, so ist es klar, daſs zur Fluthzeit von der Durchgrabung vom Wyker-Meer bis zur Nordsee die Senkung des Y's Oberfläche nicht bewirkt werden kann. Da die Fluthen in der Nordsee in der ersten Stunde gewöhnlich 15 Zoll sich erheben, wenn die im Y nur 2 Zoll steigen, so wäre dann erst zwey Stunden nach der Ebbe ein schwacher Abfluſs des Wyker-Meeres in die Nordsee (durch einen solchen Verbindungs-Canal) möglich, wenn, wie gesagt, die Profile der Durchgrabung groſs genug sind. Diese Profile müssen aber von einer Seeschleuse bestimmt werden, die für die engste Profilstelle anzunehmen ist. Wäre das Y ein abgeschlossenes Becken, ja dann ist es unläugbar: daſs die Durchgrabung eine der abflieſsenden Wassermenge proportionelle Erniedrigung in ihm hervorbringen müſste. 2.) Beym Sturm ist es gewiſs, daſs der zur Ausführung des Wassers vortheilhaft wehende Wind auch das Wasser aus der Südersee in das Y, und von diesem in das Wykermeer treiben werde. Vergleicht man nun noch das kleine Profil einer Schleuse mit dem Profil der groſsen Y-Mündung vor Amsterdam, wie läſst sich da wohl von der Durchgrabung eine vortheilhafte Entlastung des Y's erwarten?

Dieses Project, welches deswegen nicht übergangen werden durfte, weil es in Holland Anhänger gefunden und viel Aufsehens gemacht hat, würde bey der Ausführung auch noch mancherley Schwierigkeiten darbieten, indem sowohl der Canal als die auszuwässernde Schleuse in einem flüchtigen Sandgrunde angelegt werden müſsten. Indessen würden diese durch zweckmäſsige Maaſsregeln in der Ausführung überwunden werden können; da man ja bey Maardyk, Sas van Gent, Sluis in Vlandern, Hulst und an mehreren Orten groſse Schleusen, im Sandgrunde, angelegt hat.

Doch ich endige diese Materie und bemerke nur noch, daſs derjenige, welcher das Project der Verbindung des Wyker-Meeres mit der Nordsee näher kennen lernen will, hierüber in den zwey Abhandlungen: over de verbetering der ontlasting van Rhynlands Boezem-water, viel Aufschluſs findet.

Zweytens. Andere haben zur Verbesserung von Rheinlands-Wasserstaat die Auswässerung des Haarlemmer-Meeres nach *Katwyk* (Tab. 41.) und zugleich seine Austrocknung, daher die Anlage eines Vorbusens bey Spaarndam, worauf die Schöpfmühlen das Wasser heben sollten, vorgeschlagen. Ja! im November 1571 wurde wirklich die Durchgrabung des Strandes bey Katwyk bewirkt, und die Auswässerung oder der Abfluſs des Rheins soll sehr erwünscht gewesen seyn. (Tegenwoordige Staat van Holland VI. D. p. 175.) Aber sie wurde von einer nachher erfolgten Sturmfluth wieder verstopft, da man die Anlage einer Schleuse unterlassen hatte. Gegen die Anlage eines Canals bey Katwyk tratt aber vorzüglich Haarlem auf. Es befürchtete nämlich dadurch die Verschlämmung der Spaarne, welche den Schiffahrts-Canal ins Y bildet, indem das Wasser des Haarlemmer-Meeres nicht mehr wie zuvor nach den Spaarndamschen-Schleusen, sondern vielmehr nach Katwyk abflieſsen würde! Man wollte den untern Drempel der daselbst anzulegenden Schleuse 80 Zoll unter den

Nullpunct des Amsterdammer Pegels (siehe S. 299.), und den obern Drempel 40 Zoll darüber, legen, und ihr zwey Kammern, jede zu 22 Fufs Weite, geben. Sie sollte mit zwey, in die Nordsee hineingehende Höfter, endigen, und überwölbt werden. Was die Auswässerung bey Katwyk und die damit verbundene Austrocknung des Haarlemmer-Meeres anbetrifft, so wurden mehrere Nivellements bewerkstelliget, um die Lage der niedrigen Ebben der Nordsee bey Katwyk unter die mittlere Ebben des Y's bey Amsterdam zu erfahren. *Cruquius* fand (1737 und 1741) die erstern 38,6 Zoll unter dem Amsterdammer Pegel; Lulofs aber nur 30,4 Zoll. Nach einer andern Beobachtung, die vom September 1766 bis dahin 1767 angestellt wurde, betrug dieser Unterschied 32 Zoll. Verläfst man sich nun auf die Lulofsche Abwiegungen, so mag der Stand der mittlern Ebben bey Katwyk zu 30½ Zoll unter dem Amsterdammer Pegel angenommen werden.

Da jetzt das Y selten tiefer als 12 Zoll unter dem Amsterdammer Pegel fällt, so würde man bey der Auswässerung in die Nordsee 18½ Zoll gewinnen, und das ist doch sehr beträchtlich. Erwägt man ferner: dafs Rheinlands-Busen, wegen der Schiffahrt auf den Canälen und der Spaarne nicht tiefer als 22 Zoll unter den Amsterdammer Pegel fallen darf, so würde dennoch bey der Auswässerung in die Nordsee bey Katwyk 8½ Zoll gewonnen. Dies wäre hinreichend, für eine regelmäfsige Auswässerung, und im Fall die Seemündungen der Südersee (am Texel u. m.) sich dergestalt vergröfsern sollten, dafs die Ebben im Y nicht mehr so tief als jetzt fallen, alsdann bleibt nichts übrig, als jene neue Auswässerung bey Katwyk in die Nordsee — selbst wenn man auch das Haarlemmer-Meer nicht trocken legen wollte, welches wohl der Kosten wegen auch nicht rathsam ist — auszuführen.

§. 97. Nach dem Projecte, welches auf Tab. 41. punctirt ist, sollte bey Katwyk nicht nur eine Seeschleuse, sondern auch ein Spühlbusen, damit die Mündung des Canals gespühlt werden konnte, angelegt werden! Gegen diesen Vorschlag erklärten sich aber einige Sachverständige, weil sie ihn für die innere Schiffahrt nachtheilig glaubten, indem das Wasser in den Canälen zu sehr fallen würde. Hätte man aber nicht diese Canäle, oder welches einerley ist, *Rheinlands-Busen* mit der Seeschleuse — mittelst dem Binnenthore — eben so wohl zu der bestimmten Höhe von 22 Zoll unter den Amsterdamer Pegel halten können, als er gegenwärtig, mittelst Zustempelung der Schleusen zu Spaarndam und Halfwege, erhalten wird? Oder hätte man nicht landeinwärts eine andere Schleuse zu diesem Behufe anlegen können? Der zweyte Einwurf bestand darin: dafs man die Erbauung einer Seeschleuse in einem *puren Sandgrund* für unausführbar hielt! Ich mufs gestehen, dafs mir dieses nicht so vorkömmt, denn es kommt bey der Sicherheit einer Schleuse alles auf einen guten Pfahlgrund, einem soliden Roste und Sturzbette an. Zugeben will ich indessen sehr gerne, dafs die neue Auswässerung in die Nordsee bey Katwyk noch nicht so dringend war, welches man auch behauptete.

Diese meine Ansichten habe ich aus der ersten Auflage dieses Werkes wieder aufgenommen, und der Leser sieht hieraus, daſs ich für die Anlage dieser Schleuse bey Katwyk, die vor zwey Jahren ausgeführt ist, mich bereits im Jahre 1801 erklärt habe, wiewohl damals mehrere holländische Ingenieurs davon abgerathen hatten. *)

Es wird indessen für die Wissenschaft ein Gewinn seyn, und zur Beruhigung der Bewohner von *Rheinland* beytragen, wenn die den holländischen Wasserbau dirigirenden Ingenieurs die Wirkung dieser neuen Auswässerung bey Katwyk, durch die Vergleichung der Wasserstände des Haarlemmer-Meeres und der Nordsee, bekannt machen. Man hat ja ehemals hieraus kein Geheimniſs gemacht!

§. 98. Der dritte Vorschlag, zur bessern Ableitung des Binnenwassers von Rheinland, bestand in der Anlegung einer vierten Schleuse bey *Halfwege* oder Zwanenburg (Tab. 41.), die am Y vier und zwanzig, in der Mitte zwey und zwanzig, und am Haarlemmer-Meer zwanzig Fuſs weit seyn, und 106402 fl. kosten sollte. (Siehe Propositie van Dykgrafen van Rhynland 1772.) Dieses Project ist nicht ausgeführt worden, sondern dasjenige, welches mehr Wasser nach den Spaarndamschen Schleusen führt; nämlich die Anlage einer Schleuse am Penningsveer, welches auch der Kosten wegen vorgezogen werden muſste.

Endlich muſs auch hier bemerkt werden, daſs die Schützschleuse, welche beym Leydenschen-Damm (Tab. 40.) liegt, Rheinlands-Busenwasser von Delflands-Wasser trennt, und daſs das Rhynlandse-Verlaat (s. Tab. 41.) zwischen der Drecht und dem Rhein eine Scheidewand abgibt.

Drittens.

Darstellung des Innern-Wasserstaats von Delfland. Tab. 40. 32 und 35.

§. 99. *Delfland*, zwischen der *Maas*, dem *Hoek van Holland* und *Haag* gelegen, ist auf Tab. 40. durch kurz horizontal schraffiirte Striche gegen Rheinland und Schieland, begränzt. Darin liegen die Städte *Haag*, *Delft*, *Vlaardingen* und *Maaslandsluis*; Schiedam gehört schon nach Schieland! Dessen Hauptcanäle sind auf Tab. 40. mit starken Linien angedeutet. Ein groſser Theil desselben ist aber auf

*) Die bis jetzt nicht erwähnten Schriften, welche von dem Haarlemmer-Meer handeln, sind folgende; 1) Haarlemmer Meerbock. 2) Zwarigheden en Bedenkingen tegen het ontwerp van Doorgravinge door C. Redelykheid. 3) Redenen tegen het droogmaken en vor het bedwingen des Haarlemmer Meer. 4) Aanmerkingen op de Verbetering der Ontlasting van Rhynlands Boezemwater 1774. 5) Nederlandsche Jaerboeken 1772. p. 1098 — 1170. J. 1773. p. 185 — 541. und p 861 — 940. J. 1766. p. 620 — 675. Dann p. 1190 — 1214. J. 1774. p. 195 — 298. und p. 749 — 801. Aus diesem Jahrbuch von 1773 pag. 936. geht hervor, daſs man die Trockenlegung des Haarlemmer-Meeres sammt der Auswässerung bey Katwyk auf zehn Millionen Gulden berechnete.

Tab. 32. speciell dargestellt. Gegen die *Maas* ist es mit einem oder einigen starken Deichen geschützt; gegen die Nordsee mit Sanddünnen, und mit dem im ersten Bande (S. 484.) beschriebenen Seeuferbau von *s' Gravesande*. Mittelst drey und neunzig Schöpfmühlen wird sein Polderwasser in die Canäle oder Busen, aufgemahlen, und aus diesen fliefst es in die Maas, durch Schleusen, deren Weite ich selbst gemessen habe.

Dieser hydrotechnische Bezirk (Delfland) wird durch acht steinerne Schleusen entwässert: 1) durch die *Orange-Schleuse* Tab. 32 und 40., die in dem Maasdeich, östlich dem *Hoeck van Holland* liegt. Sie hat ein Paar Stemmthore, nnd einen Umlauf; ist 15 Fufs weit, und 1673 erbaut. Die Thore stehen unter der Krone des Deichs, ein nachtheiliger Umstand bey Reparaturen! Sie dient auch zum Einlassen der Fluth in die nach *Lier* und *Hondslaerdyk* gehenden Canäle, um denselben, bey dürrer Jahreszeit, eine der Schiffahrt nöthige Wasserhöhe zu geben. Das Wasser, welches durch die Orange-Schleuse seewärts (das ist, directe in die Maas) fliefst, passirt gegen den Orange-Polder noch eine Spühlschleuse, die einen kleinen Hafen, genannt *Amergat*, rein hält.

Bey *Maaslandssluis* (Tab. 32.) liegt die zweyte und dritte Entwässerungs-Schleuse von Delfland. Beyde Schleusen sind auf Tab. 32. mit a und b bezeichnet. Die westliche Schleuse, durch welcher die Bezirke *Lier*, *West-* und *Ostkamp* auswässern, heifst die *Naltwyker-Schleuse*; die östliche aber *Maaslands-Schleuse*. Sie ist oben zugemauert und 1559 erbauet. Beyde Schleusen sind jede 15 Fufs weit und Kammerschleusen zur Durchfahrt der Schiffe. Vor ihnen liegt ein bequemer mit einem gemauerten Kay versehener Hafen; an dessen westlichen Seite eine 18 Fufs weite Spühlschleuse, die ein Drehthor hat. Eine andere an der östlichen Seite dieses Hafens liegende Spühlschleuse ist gleichfalls zu dessen Reinigung bestimmt. Sie ist neun Fufs weit, und ihr Spühlbusen, der von der Fluth gefüllt wird, geht bis nahe zur *Booner-Schleuse*. (Tab. 32.) Diese letztere Schleuse ist die vierte Auswässerungs-Schleuse von Delfland. Im Jahr 1652 ward sie erneuert; vorher bestand dieselbe aus drey Schleusen. Sie hat zwey Paar Thore und Umläufe, ist 23 Fufs weit, und ihr Drempel liegt sieben Schuh unter der ordinären Fluth, die hier täglich 4 bis 4¾ Fufs steigt.

Bey *Vlaardingen* (Tab. 40.) liegen drey Schleusen zur Auswässerung von Delfland, und vor denselben der Hafen. Die westliche, im Jahr 1636 erbauete Schleuse heifst die *Delflands-Schleuse*; ihr Drempel liegt acht Fufs unter die Ebbe. Oben hat sie ein Gewölbe und zur Seite einen Umlauf. Die östliche heifst die *Schipluider-Schleuse*. Die mittlere nennt man die *Ryswicker-Schleuse*. Jede von diesen drey Schleusen ist zwölf Fufs weit, und hat nur zwey Paar Fluth-Stemmthore. Da sie keine gegen das Binnenwasser zuschlagenden Thore haben, so ist dies ein Beweis, dafs die Ebben der Maas nie so niedrig fallen, um den Canälen von Delfland und

schieland das Fahrwasser zu entziehen, mit denen diese Schleusen in Verbindung stehen.

Noch muſs ich bemerken, daſs die auf der westlichen Seite des Hafens von Vlaardingen gelegene Spühlschleuse eingegangen ist, und daſs zu dem Ausbaggern dieses Hafens jährlich 4 bis 5000 fl. verwendet wurden, wiewohl, seiner Seichtigkeit wegen, die Schiffe dennoch bey der Ebbe, nicht auslaufen können.

Die achte und letzte Auswässerungsschleuse, woraus Delflands Innere-Gewässer sich entlasten, ist die sogenannte *Vyfsluisen*, zwischen Schiedam und Vlaardingen. (Tab. 40) Vor 1587 lagen hier nämlich fünf Schleusen, daher ihre Benennung! Diese Schleuse ist 22 Fuſs weit, und hat, nach der Maas zu, ein Fallschütz. Ihr Fluth- und Stemmthor steht in der Krone des Maas-Deiches. Es muſs noch angemerkt werden: daſs bey dieser Schleuse ein kleiner Hafen liegt, an dessen zwey Seiten zwey kleine 9 Fuſs weite hölzerne Spühlschleusen, in welchen die Fluth eingelassen wird, angebracht sind.

§. 100. *Der Busen von Delfland* (Tab. 32.) besteht nun in den Canälen, die, wie gesagt, auf Tab. 32 und 40. angedeutet sind, und mit den oben genannten Auswässernden-Schleusen in Verbindung stehen. Da aber das Wasser der *Schie* nach *Schiedam* und dann in die Maas flieſst, so wässert ein beträchtlicher Theil von Delfland, nämlich derjenige, aus welchem das Binnenwasser, mit Wurfradmühlen auf die *Schie* gehoben wird, durch *Schielands-Schleusen* aus. Gegen Rheinlands-Busenwasser, welches 10 bis 12 Zoll höher als Delflands-Busenwasser steht, ist Delfland mittelst der zwischen Haag und Leyden (Tab. 40.) beym *Leydenschen-Damm* liegenden Fallschütze oder Schüttschleuse gesichert, d. i., davon abgeschlossen.

Viertens.

§. 101. Der Innere-Wasserstaat von dem hydrotechnischen Bezirke *Schieland* *), und worin Rotterdam, Delfshaven und Schieland liegen, ist folgender Massen beschaffen:

1.) Die Auswässerung von *Schieland* geschieht auf die *Maas* und die *Yssel*, und zwar durch folgende Schleusen. 1) Auf die Maas durch die zu *Schiedam* liegende 30 Fuſs weite steinerne Spühlschleuse. (Tab. 79.) Sie ist 156 Fuſs lang, und ihr Boden liegt 12 Fuſs niedriger als die tägliche Fluth. Bevor das Binnenwasser zu dieser Schleuse kommt, passirt es erst noch drey andere Schleusen, welche Tab. 40. bey a, b und c, auf Schiedams Canälen liegen.

Die zweyte auf die Maas auswässernde Schleuse liegt zu *Delfshaven*. Sie ist 30 Fuſs weit.

*) Schieland gränzt westlich an Delfland, nördlich an Rheinland, und östlich an die Waterschap Woerden, indem dessen auf Tab. 40. mit Strichen angegebene Grenze westlich Gouda, bey Denbrouk, an die Gouwe endet.

3) Auf den canälen zu Rotterdam liegen fünf schleusen, nämlich auf dem Flafsmarkte. (a T. 40.) Diejenige schleuse, wodurch die *Rotte* in die Maas ausfliefst. Sie hat zwey Paar stemmthore! Aber nicht allein durch diese schleuse wässert die Rotte aus, sondern auch durch die schleuse d, bey der oost-Port. Der von Kralingen abgehende canal wässert aus, durch die am *Nieuwenhafen* in Rotterdam liegenden schleuse. Die zwey schleusen, welche bey b und c auf die canäle dieser stadt (Tab. 31) liegen, dienen dazu, um diese Gragten unter sich, so wie auch von der *Rotte*, abzuschliefsen.

In die *Yssel* wässert *schieland* durch folgende schleusen aus. 1) Bey *Gouda*, (Tab. 35.) mittelst der grofsen 1535 erbaueten Kammerschleuse A. Sie ist 24 Fufs weit, 149 Fufs im Lichten lang. Durch ihr gehen die schiffe von der Maas und der Yssel nach Amsterdam und zurück. Sie hält von der *Goudaischen Vaart*, oder dem canal, die *Gouwe* genannt, die Fluth der Yssel ab, welche bey Gouda etwa 4½ Fufs steigt. Offen bleibt sie, wenn das wasser in diesem canal höher als in der Yssel steht, *) während welcher zeit, *Rheinlands-Busen* auf die *Yssel* auswässert. Sie dient auch zur militärischen Inondation der Gegend um Gouda, indem sie die Gouwe anschwellt.

Bey dieser Gelegenheit darf ich auch nicht die übrigen schleusen von Gouda unerwähnt lassen, wenn es gleich nicht Auswässerungsschleusen sind! Davon dient die zweyte schleuse, bey B Tab. 35. liegend, **) um die schiffe in den Hafen B C aufzunehmen, und die Fluth, welche die stadtgragten, mittelst der spühlschleuse C Tab. 35. und die in Tab. 79. dargestellt ist, spühlt, einzulassen. Das bey J (Tab. 35.) liegende schütz dient zur Auswässerung. Das kleine schleuschen D aber zum Abschlufs der Gouwe von den Moordrechtschen veenplätzen, und das schleuschen E hält den canal, worauf sie liegt, zur schiffahrtsfähigen Höhe.

Ausser diesen genannten schleusen führen noch folgende schleusen schielands-Busenwasser auf die Yssel aus: als die schleusen zu *Moordrecht*, *corteland*, *Esche*, *Blaardorp;* an den Middelmoolens und dem Kettenschen-Polder. (siehe Tab. 40.)

Das wasser in schieland wird aber auf drey Hauptbusen durch schöpfmaschinen aufgefördert: nämlich auf die *schie*, die *Rotte* und auf die *Gouwe*. Dazu mufs die Hoogheemrathsschaft von schieland einige achtzig wurfradmühlen unterhalten.

*) In den Hauptentwässerungsgräben um Gouda stand das Wasser im Jahr 1796, als ich den Wasserstaat von Schieland untersuchte, 3 bis 3 1/2 Schuh niedriger als in der Gouwe, die vermittelst Schleusen von diesem Canal abgesondert waren.

**) Zwischen B und J (Tab. 35.) liegen in Gouda zwey Hanfmühlen, die von der Ebbe und Fluth wechselseitig getrieben werden. Vom 1. November bis 1. April wird das Schütz dieser Mühlen versshlossen, damit die Binnen-Canäle, durch ihr Gerinne, nicht zu viel Fluthwasser erhalten.

Fünftens.

§. 102. Der Innere-Wasserstaat des hydrotechnischen Bezirkes, den die Holländer *Amstelland* nennen (siehe Tab. 40. 41. 42 und 51.), *) worin Amsterdam liegt, und dessen Binnenwasser mit 48 Schöpfmaschinen auf die verschiedenen Canäle aufgeworfen wird, ist in zwey Rücksichten wichtig. Erstlich wegen der im I. B. S. 662. beschriebenen Circulation des Wassers in den Canälen von *Amsterdam* durch die verschiedenen Schleusen, und 2tens wegen den Innern-Gewässern von Amstelland selbst. Ueber die letztern bemerke ich nun: dafs der *Busen* von Amstelland in der *Amstel*, *Drecht*, der *Vecht*, der *crommen-Mydrecht*, der *crommen-Angstel*, und dem Rhein bey *Montfort* (T. 39. 41 u. 42.); ferner in den Canälen zwischen *Zwaanenburg* und *Amsterdam*; zwischen *Amsterdam* und *Muyden* (Tab. 41 und 42.); zwischen *Muyden* und *Naarden*, dem *Billmer- Naarder-* und *Horster-Meer* (Tab. 42.) besteht. Die Auswässerung von Amstelland geschieht 1) auf das Y durch die Schleuse, welche unter der Börse in Amsterdam (siehe auf Tab. 51. bey Nro IV.) liegt. Ehe das Wasser zu dieser Schleuse gelangt, hat es die grofse Amstelschleuse (T. 51. Nro. 1.) passirt. 2) Wässert Amstelland durch die Schleuse bey dem Dorfe *Diemen*, (Tab. 41.), die am Wasserplatz *Nieuwe-Diep* nicht weit vom Diemer-Meer, liegt, aus. 3) Durch die am Ypesloot bey Jaap-Hanred gelegene Schleuse. 4) Durch die *Diemerdammer-Schleuse* (Tab. 42.), und endlich 5) durch die *Muyder-Schleuse* (Tab. 99.), die jedoch im Jahre 1673 vorzüglich deswegen angelegt ist, um die Gegend zwischen Muyden, Naarden und Nieuversluis, wegen der Landesvertheidigung, unter Wasser zu setzen. Diese Schleusen führen also das Wasser in die Südersee.

§. 103. Da das Busenwasser von *Amstelland* fast immer höher als das von *Rheinland* steht, zuweilen 15 Zoll und mehr; denn das Y vor Amsterdam steht fast immer höher, als vor Zwaanenburg B. I. S. 442.; **) so ist Amstellands-Busen von

*) Die Begränzung von Amstelland zwischen Rheinland, der Waterschap Woerden und Utrecht ist auf Tab. 41., 42 und 39. folgende. ***Amstelland*** wird von ***Rheinland*** vermittelst des den vom Haarlemmer-Meer nach dem Nördlichen Ende Amsterdams gehenden Canals, worauf der Overtoom liegt, getrennt; dann geht diese Grenze oder der Ringdeich durch Aalsmeer, Kudelstaart nach der Dregt längs diesem Canal bis ohnweit dem Rheinlandsen Verlaat, durch Nieuveveen, Zevenhoven; Nord nach der Crommen-Mydrecht, wo es beym Woeder-Verlaat an die Waterschap Woerden grenzt. Da wo Amstelland diese Waterschap beym Puncte, wo die Kattenbroeker-Kade mit dem rechtseitigen Yssel-Deich zusammen stossen, verläfst, schliefst dessen Grenze die Dörfer Reyerscoop uud Harmelen (Tab. 39) ein, geht dann längs ***Cockengen*** (Tab. 42.) nach der ***Dodesluis***, von da längs dem ***Damm ter A***, und dann längs der Crommen-Angstel bis unter Abcoude, von wo sie Wesep und Muyden einschliefst.

**) Als ich die Nieucoopsche Austrocknung (Tab. 65. Fig. A und B.) i. J. 1798 untersuchte, stand Rheinlands-Busen, hier das Wasser in der Kortenaarschen Fahrt und der Drecht 26 Zoll, und Amstellands-Busen, hier die Canäle der Nieucoopschen Austrocknung 41 Zoll unter dem Nullpuncte des Amsterdamer-Pegels, den man an die Schleuse transportirt und angemerkt hatte. Die auf der Aar liegende Schleuse, das Rheinlandse-Verlaat genannt, trennt nämlich beyde Busen. Aeufserst selten stehen die Innern-Gewässer von Rhynland und Amstelland in einem Niveau, und dann öffnet man die Thore dieser Schleuse.

Rheinlands - Busen aufs sorgfältigste mittelst der zwischen Amsterdam und dem Haarlemmer - Meer oder dem Dorfe slooten liegenden Rollbrücke die auf Tab. 41. mit *overtoom* *) beschrieben ist, abgeschlossen. Ferner wird Rheinlands - Busen von Amstellands - Busen getrennt a) durch das Rheinlandse - verlaat, b) die Billerdamschen-schleusen (Fig. B. T. 65.), und c) von dem zwischen vrauwenaker und Nieuveen liegenden verlaate, welches auf Tab. 41. angegeben ist. Das *woerder - verlaat*, auf der *Gregt* Tab. 41. dient vorzüglich zur militärischen Inondation, und weniger zum Abschlufs der Busen von Amstelland und der waterschap woerden; jedoch zu diesem letztern Behuf alsdann, wenn der Rhein bey hohen wasserständen, folglich auch der Canal, worauf diese Schleuse liegt, höher als die Mydrecht, d. i., als Amstellands-Busen steht. Auch die *Dodesluis*, welche ohnweit dem Dorfe *Portengen* liegt (T. 42.), trennt Amstellands - Busen von dem Busen der waterschap woerden. Damit aber eine Inondation aus dem Rhein durch die *Mye* weder in die canäle von Amstelland noch woerden *trete*, so ist auf der *Mye*, nicht weit vom Rhein, (siehe Tab. 40. beym Hoorn - Polder), eine kleine Kammerschleuse (verlaat) angelegt worden.

Sechstens.

§. 104. *Der Innere - wasserstaat von utrecht* steht einigermaafsen mit dem von Amstelland und woerden, aber vorzüglich mit den Flüssen *Rhein* und *Leck* in genauer Beziehung. (Tab. 39 und 42.) Die Auswässerung geschieht nach verschiedenen Richtungen. Erstens. In die *südersee*, wenn die vecht niedriger als der vreswyker-canal und der Alte Rhein steht. (Tab. 39 und 42.) In diesem Fall öffnen sich die schleusen zu *utrecht*, zu *Nieuversluis* und zu *Muyden*, und diese Auswässerung findet den gröfsten Theil des Jahrs statt. Der vreswyker - Canal und der Alte Rhein (Tab. 35.) stehen dann 3 bis 4 Fufs höher als die vecht. Soll diese nun nicht mit zu viel wasser beschwert werden, so schliefst man die schleuse in utrecht. 2) Der Theil vom stift utrecht, welcher *Eemland* (Tab. 42.) heifst, entwässert, theils auf die Eem, also in die südersee, durch die *spackenburger - schleuse*, und andern Theils durch die *Grebbe - schleuse* auf den Niederrhein. (Tab. 37.)

Nicht minder merkwürdig als diese Auswässerung ist die Circulation des wassers in den Canälen des ehemaligen stiftes utrecht! Der Alte Rhein, welcher von wyk *by Duurstede* nach utrecht und Leyden geht (Tab. 39 u. 40.), ist ein künstlicher canal und ein ueberrest des Rheines. Er wird bey Duurstede (Tab. 38.) vom Niederrhein durch die bey wyk im Deiche liegende schleuse gespeifst. Wegen dessen natürli-

*) Overtoom nennen die Holländer eine Rollbrücke. Wenn ich nicht irre, so ist vor einigen Jahren anstatt dieser Rollbrücke eine Kammer - Schleuse, und von Amsterdam ins Haarlemmer - Meer directe ein Schiffahrts - Canal angelegt worden, welches schon vor Jahrhunderten, zur Vermeidung des Umweges über Spaarndam, hätte geschehen sollen, wenn nicht das Interesse von Haarlem, dafs diese Schiffahrt besorgte, dem allgemeinen Vortheil vorgezogen worden wäre.

chen Abhanges würden die Gegenden bey Leyden (also Rheinland) zu viel Wasser erhalten, wenn dasselbe nicht zurück gehalten würde, und dies geschieht mittelst den zwey Kammerschleusen, die zwischen Utrecht und Woerden, auf diesen Canal liegen. (Tab. 39.) Eine davon liegt bey dem Dorfe Harmelen, und die andere ohnweit Nyveld. *) Gleiche Vorsichtsmaafsregeln waren, wegen des Vreswyker-Canals, der das Leckwasser von Vreswyk nach Utrecht führt (Tab. 39 und 36.), nöthig; auch der Schiffahrt wegen durfte man diesen Canälen keinen Abhang gestatten. Bey Vreswyk wurde daher zu diesem Endzweck im Jahr 1373 eine doppelte Schleusen-Kammer angelegt, wodurch das Wasser des Leckflusses nach Utrecht fliefst. Die Schiffe steigen dadurch aus dem Canal in den Leckflufs. Vermittelst dieser Schleuse und der Schleuse bey Wyk, kann also in den Alten Rhein und die Vecht, ja in die Amstel, so viel Wasser gelassen werden, als zur Schiffahrt oder zu militärischen Inondationen nöthig ist. Auch die Goudaische Yssel kann vom Leck gespeifst werden, und zwar a) mittelst der bey *Klapheck* liegenden Schleuse (*Verlaat* Tab. 39 u. 36.), b) von dem Vreswyker-Canal aber durch die oberhalb *Plettenburg* ohnweit *Ysselstein* liegenden zwey Schleusen. (Tab. 39.) Wir sehen also, dafs der Innere-Wasserstaat von Utrecht auf dem von Amstelland einen wichtigen Einflufs hat.

Siebentens.

§. 104. *Die Circulation des Wassers in der Wasserschaft* (Waterschap) *Woerden*, (Tab. 39 und 40.), macht einen wesentlichen Theil des Innern-Wasserstaats von Holland aus. **) Ihre Canäle sind: die *Goudaische Yssel*, die *Linschote*, der *Alte Rhein* und die *Wiericke*. Dieser letzte Canal fängt ohnweit dem Rhein (Tab. 41.) an, und geht in die Yssel bey der Janverveller-Schleuse. Die Auswässerung des südlichen Theils dieses Bezirkes geschieht in die *Yssel*, vermittelst den Schleusen in *Oudewater* (an der Brücke angebracht), der *Ogger-Schleuse* oberhalb *Oudewater* (Tab. 39.), und der oberhalb Gouda liegenden vierzehn Fufs weiten *Janverveller-Schleuse*. (Tab. 40.) Aus dem Nördlichen und westlichen Theil von der Waterschap Woerden, fliefst das Binnenwasser in Rheinlands-Busen, daher sie eine Schleuse bey Spaarndam, wodurch die Auswässerung in das Y geschieht, siehe S. 303. unterhalten mufs.

*) Diese zwey Schleusen haben daher den Rhein in einen Canal verwandelt. Sie sind vielleicht Ursache, dafs zu Amstelland auch die ihnen nahe liegenden Dörfer, Reyers, Coop und Harmelen gehören, damit nämlich Utrecht nicht darüber disponiren, folglich den Rhein zum Nachtheile Amstellands nicht mit zu vielem Wasser belasten könne.

**) Die Waterschap Woerden gränzt nördlich beym Woerder-Verlaat (welche Schleuse auf dem Hochpuncte zwischen der Crommen-Mydrecht und der Oreght liegt) an Amstelland; wo die Hollandse-Kade die Grenze bildet. Westlich grenzt Woerden längs der Oreght, der Oude-Mey, dem Mye-Dyr, dem Rhein bis Bodegraven, ferner längs der Ruyge-Kade und dem Reedyk mit Rheinland. Oestlich aber mit Amstelland und zwar längs dem Kameryker-Dyk der südlichen Hollandse-Kade längs dem Deich der diese mit dem Bruckdyk verbindet, dann endlich längs der Lands- und Kattenbrocker-Kade.

§. 105. *Die Auswässerung des Loopicker-waards* geschieht ohnweit Polsbroek und Schoonhoven in den Fluſs oder Canal, die *Vlist* (Tab. 39 u. 40.) genannt, und von diesem in die *Yssel* östlich Haesdrecht oder in den *Leckfluſs* bey Schoonhoven, je nachdem dieser oder jener Fluſs niedrig steht. Aus der Vlist aber wird das Binnenwasser auf einen Busen (Kolk) bey *Hasdrecht* (Tab. 40.) durch dreyzehn Wurfradmühlen aufgeworfen. Da diese den Waard vom Wasser nicht vollkommen befreyen, so ist vorgeschlagen: noch neun Wurfradmühlen zu etabliren, wovon auch der *Krimpener-waard* profitiren sollte. Zu diesem Ende sollten beyde Bezirke einen Damm bey *Haasdrecht*, unterhalb der *Polsbroecker-Schleuse*, anlegen, welcher nach dem Leck gehen sollte, um das sämmtliche Binnenwasser in die Yssel zu entlasten. Weil aber eine natürliche Auswässerung nicht erhalten werden kann, so sollte sie also künstlich eingerichtet werden. Folgende eingedeichte Polder sollten neun Wurfradmühlen bekommen: als der Polder von de Hooge-Biezen eine; der Agtersloot- und Broeck-zweye; der Heeswyker-Polder eine; Willeskop und Blokland eine; Berschop zweye; Dykveld und Vliet eine; Roosendaal eine; Honkop eine; Zuid- und Nordpolsbroeck eine. Uebrigens ist der Loopiker-waard wie Tab. 39 und 40. zeigen, ganz mit einem Deiche eingeschlossen.

§. 106. *Der Krimpener-waard* (Tab. 35. 40 u. 41.) wässert aus in den Leckfluſs, nämlich durch die Schleuse bey *Bergambagt* (Tab. 35.); bey Leckerkerk durch die Schleuse, *Duikersluis* genannt. (Tab. 31.) In den Meerwede-Fluſs mittelst der Schleuse unter Krimpen, bey welcher der Busen liegt, auf dem die Schöpfmaschinen das Binnenwasser aufmahlen. (Tab. 31.) In die Yssel hat der Waard, von Roosendaal bis zur Ysselmündung, eine natürliche Auswässerung, vermittelst neunzehn auf den angegebenen Gräben liegenden Schleusen, wovon einige mit Zahlen bezeichnet sind. (S. Tab. 40.) Indessen wird auch diese Auswässerung, wiewohl sie in allen durch sieben und zwanzig Schleusen bewerkstelliget ist, immer mangelhafter, weil das Bett der Flüsse sich erhöhet.

§. 107. *Mit der Auswässerung des Alblasser-waards* (Tab. 31. 39 und 40.) ist eine noch weit nachtheiligere Veränderung vorgegangen. Bey Elshout wo sie sonst durch die Schleuse (in den Leckfluſs) natürlich war, muſste ein Sammelbusen und zwölf Schöpfmühlen angelegt werden, weil das Bett der Yssel sich erhöht hat. Dort wässert der Waard durch zwey mit dem Busen in Verbindung stehenden Schleusen in den Leck aus. Beym Alblasser-Damm durch eine Schleuse in die Meerwede; bey Ammers durch die Schleuse, die an dem Sammelbusen liegt, auf welchem acht Mühlen — i. J. 1739 gebaut — das Binnenwasser aufmahlen; ferner durch die Nieuportsche-Schleuse in den Leckfluſs; und endlich bey Giesendam mittelst der Giese, durch die dortige Schleuse, auf die Meerwede.

Dieser Waard ist sehr oft durch Ueberschwemmungen heimgesucht worden, und es wäre zu wünschen, daſs zweckmäſsige Vorkehrungen getroffen würden, um das

Bett der Meerwede und des Lecks zu vertiefen, damit die Gewässer dieser Flüsse nicht zu einer für die Deiche verderblichen Höhe anschwellen. Maafsregeln, die ich mi 1ten Bande vorgeschlagen zu haben mir schmeichle.

§. 108. *Von der Answässerung des Tieler-Waards.* (Tab. 29. 30 und 39.) Der *Tieler-Waard* wässert aus: 1) durch die drey Schleusenöffnungen, (jede zu 18 Fuſs) bey *Daalem,* Tab. 30. in die Meerwede; 2) durch die zwischen Heukelum und Asperen bey *Spyk* gelegene Schleuse, (Tab. 29.); 3) durch eine Schleuse zwischen Asperen und Gellecun; 4) durch die *Enspyksche-Schleuse*; 5) durch die *Hemmertsche-Schleuse*; 6) durch die Schleuse westlich *Wadenoyen,* und 7) durch die *Zennewynse-, Tielsche-* und *Drumpelsche-Schleusen*, östlich Wadenoyen gelegen. (Tab. 28.) Ausser der Daalemschen Schleuse, führen die andern Schleusen das Wasser in den Linge-Fluſs, den diese führt es, wie gesagt, in die Meerwede.

Der Tieler-Waard muſs, wenn die Ober- und Nieder-Betouwe (Tab. 28 u. 29.) überschwemmt sind, das Wasser, zu Gunsten des unter dem Dief-Deich (Tab. 36.) liegenden Landes, aufnehmen, als worüber zwischen dem Tieler-Waard und diesem Landesbezirke eine Uebereinkunft getroffen ist, weswegen die Grundeigner jenes Waards zu den bey Gorkum liegenden Daalemschen Schleusen 30000 Gulden hergegeben haben. Damit dieses Wasser, welches von dem linkseitigen bey Tiel anfangenden Deich des Linge-Flusses, vom Tieler-Waard abgehalten wird, in diesen Waard sich ausbreiten kann, so wird zur Zeit, wenn die Betouwe überströmt ist, und das Wasser vor dem Dief-Deich steht — der Linge-Deich auf zwey Stellen, nämlich bey Gellicum und Asperen (Tab. 29.), durchgegraben. In der erstern Stelle auf eine Länge von 600, und in der zweyten auf eine Länge von 480 Schuh. Das durch diese Oeffnungen strömende Wasser läuft alsdann durch die Entwässerungsgräben nach den Daalemschen Schleusen, entlastet sich also in die Meerwede.

§. 109. *Die Entwässerung des Bommeler-Waardes* (Tab. 29.) wird von den drey auf dieses Kupfer beschriebenen *Sluisen van Bommel*, welche nördlich *Aalst* liegen, und von der Schleuse bey Aalst, bewerkstelligt. Einer von den Entwässerungsgräben, (Siehe Tab. 29. *Watering van Nieuwaal*, worauf die mit *w* bezeichneten Schöpfmühlen stehen,) welcher auch nach den drey erstern Schleusen führt, liegt zu hoch, nämlich wegen dem Wasserstande der Maas, deren Bett und Wasserspiegel sich zum Nachtheil der Auswässerung erhöhet hat. Er kann daher das Binnenwasser nicht aufnehmen, und es sind daran sechs Wurfradmühlen angelegt worden, um das Wasser auf die Watering van Nieuvaal zu heben, von wo es dann in die Maas abflieſst. Auf einem Neben-Entwässerungsgraben steht noch eine solche Mühle.

§. 110. *Die Auswässerung zwischen dem Rhein und der Waal liegenden Ober- und Nieder-Betouwe* (Tab. 14.) wird so bewirkt: 1) Der zwischen dem Alten Rhein, der Waal und dem Pannerdenschen Canal liegende Bezirk wässert durch die unter

Pannerden und Parik gelegenen Schleuse auf den Pannerdenschen Canal aus; 2) der Linge-Flufs, welcher in der Betouwe ohnweit der Stern-Schanze (Tab. 27.) entspringt, führt das Wasser nach Gorkum (Tab. 28. 29 und 30.) und daselbst in die Meerwede durch die in Gorkum liegende Schleuse, welche auch die militärische Inondation bewirkt; 3) Die vor den Haupt- oder Banndeichen des Rheins und der Waal liegenden Bezirke werden auf den Niederrhein und auf die Waal entwässert, und zwar durch alle diejenigen Schleusen, welche auf Tab. 14. 27. 28. 29. 37 und 38. angegeben sind.

§. 111. *Die Auswässerung der Fünfherren-Lande*, oder desjenigen Landes, welches zwischen dem *Aals-Deich* (Tab. 36.), der *Linge* und dem *Leck*, so wie dem *Zouwendeich* (Tab. 35.) liegt, geschieht durch alle auf Tab. 30. 35 und 36. deutlich angegebenen Schleusen, und die der wifsbegierige Leser auf diese Kupfer leicht auffinden wird. Die angeführten Kupfer zeigen: dafs die Auswässerung nicht mehr natürlich, sondern künstlich bewerkstelliget ist, weil darauf die mit *w* oder mit *Moolens* bezeichneten oder mit ihren Namen beschriebenen Schöpfmaschinen stehn. Wir finden deren nämlich ein und vierzig an der Zahl, die das Binnenwasser auf die verschiedenen Sammelbusen oder Fang-Gräben auffördern. Von diesen fliefst es dann durch die Schleusen in den *Linge*- und *Leckflufs*, oder unmittelbar in den Canal, die *Zouwe* genannt, welcher sich ohnweit *Ameiden* (Tab. 35.) durch die in den Leckdeich liegenden Schleusen, in den Leck entlastet.

Drey Deiche sind es also, welche die zwischen dem Linge-Flufs der Meerwede und dem Leckflufs liegenden Landesbezirke vor Ueberschwemmungen beschützen sollen, wenn gleich die längs dem Landstriche, den man Betouwe nennt (s. Tab. 27. 28. 29 und 36.), und längs der Waal und dem Rhein liegenden Deiche, durchgebrochen sind. Diese Deiche sind nämlich: 1) der *Aalsdeich* (Tab. 36.), welcher am Leck bey *Beuzichem* anfängt und bey *Buuren* an den *Linge-Deich* anschliefst. Der zweyte Deich ist der oberhalb Leerdam (Tab. 29.) an der Linge anfangende und unter Cuulenburg (Tab. 36.) an dem Leckdeich endende *Dief-Deich*, und der dritte ist der *Zouwen-Deich.* (Tab. 35.) Dieser letztere deckt den *Alblasser-Waard* gegen diejenigen Hochgewässer des Rheins und der Waal, welche bereits die Hauptdämme dieser Flüsse durchbrochen haben.

Ist es aber nicht auffallend, dafs man statt so vieler Deiche, die bey Eisstopfungen und der dadurch entstehenden hohen Anschwellungen der Flüsse, überströmt werden — nicht lieber den obern-Deich (d. i. den *Aalsdeich*) so wie die *Rhein*-, *Leck*-, *Linge*- und *Waal-Deiche*, zur erforderlichen Höhe bringt? Wenn man solche über das Ganze sich erstreckende Maafsregeln ausführen wollte, ja da müfste auch auf die Correction der Flüsse selbst Bedacht genommen werden! Doch ich beziehe mich auf dasjenige, was ich hierüber im ersten Bande vorgetragen habe!

§. 112. *Die Auswässerungen der Eylande: Dordrecht, van Voorn, Putten,* (Tab. 40 und 46.) und der übrigen zwischen der *Maas*, dem *Haringvliet*, und dem *Rivier Bieningen* gelegenen Bezirke, will ich hier nicht analysiren, weil sie nicht besonders lehrreich sind. Die Entwässerungs-Gräben und Auswässerungs-Schleusen sind übrigens auf den angeführten Kupfern angegeben!

§. 113. *Ueber die Auswässerung des Landes von Altena und Heusden, und von der Entwässerung, wenn die Maasdeiche dieser Landesbezirke zerrissen sind.* Tab. 30 und 39.

Diese Gegenstände sind für die Lehre von der Entwässerung zu wichtig, als daſs ich sie nicht in einer umständlichen Analyse vortragen sollte.

Da bereits diejenigen Mittel, welche die Deichbrüche an der Maas oberhalb Loewestein abwenden können, im 1sten Bande erörtert worden sind, so verweise ich darauf und bleibe lediglich bey dem Innern-Wasserstaat, d. i., bey der Auswässerung, der Entwässerung und der Circulation des Wassers in dem Lande von *Altena* und *Heusden* stehen.

Die Schleusen, mittelst denen diese Landesbezirke auf den *Bies-Bosch* auswässern, sind folgende: 1) die *Werkensche-Schleuse*, in dem Deiche westlich Werkendam. (siehe Tab. 39. Werkense.) 2) Die nicht weit davon gelegene *Sleuwyksche-Schleuse.* 3) Die Schleuse von den *sieben Bannen* (siehe Tab. 39. 7 Ban.) 4) Die Schleuse, welche auf Tab. 39., bey Almkerk mit 5 bezeichnet ist: man nennt sie die *Oude-Doorn.* 5) Die *Groote Peerebomse-Schleuse.* 6) Die nahe bey dieser letztern gelegenen *Alm-Schleuse*, wodurch das Almflüſschen auswässert. 7) Die *Kornsche-Schleuse* oder auch *Sluis van de 4 Bannen.*

Durch folgende Schleusen wässern diese Lande von *Altena* und *Heusden* (T. 39.) auf die *Alte-Maas* aus, als: mittelst 1) der *Dussenschen-Schleuse*, 2) der *Meuvenschen-Schleuse*, 3) der *Doevernschen-Schleuse*, 4) der *Ou-Heusdenschen-Schleuse*, und endlich, bey hohem Binnen-Wasser, mittelst einigen kleinen Schleusen, die in dem *Priemen-Dyk* liegen, als a) mit dem *Ronde-Sluischen*, b) der *Broeckschen-*, c) *Eetenschen-* und d) der *Genderenschen-Schleuse.*

Schon vor vielen Jahren war man auf eine schnelle Abzapfung derjenigen Gewässer, die bey Deichbrüchen die Bezirke zwischen Heusden, Gertruidenburg und dem Bies-Bosch überschwemmten, bedacht. Besser wäre es freylich gewesen, wenn man solche Maaſsregeln ergriffen hätte, die die Eisstopfungen der Maas, also auch die Deichbrüche verhindern können, und die ich im 1sten Bande vorgetragen habe. Diese Abzapfung sollte nach einer i. J. 1744 von den interessirten Theilen abgeschlossenen Convention auf folgende Weise bewerkstelliget werden. Dem Deich-Collegio der Lande von Alt-Altena und Heusden sollte es bey den Ueberströmmungen von der Maas her, erlaubt seyn, in den äuſsersten Deichen des Landes von Neu-Altena und des südholländischen Polders, die nöthigen Durchgrabungen zu machen.

Dagegen sollten sie aber die Deiche wieder herstellen lassen, und den aus einem von der Durchgrabung entstandenen Grundbruch bewirkten Schaden vergüten, so wie auch die Nachtheile einer Inondation, die durch Sturmfluthen in die Oeffnungen eindringen können.

§. 114. Nie war indessen vorher die Ueberschwemmung dieser Lande so schrecklich gewesen, als 1795, wo man der militärischen Vertheidigung wegen, mehrere Einschnitte in den Dämmen gemacht hatte. Der Wohlfahrtsausschuſs hielt sich also verpflichtet, von Sachverständigen das Local untersuchen und Vorschläge machen zu lassen. Der General-Inspector Brunings wählte dazu die Landmesser Conrad und Engelmann. Sie beobachteten nach dem Stande der Inondation die Lage der Ländereyen und Deiche. Hiernach erstatteten sie über die Abzapfung dieser Ueberschwemmungen, einen Bericht, den ich mitzutheilen für nöthig finde.

Sie sagen: „das Wasser, welches an drey verschiedenen Stellen durch die Deichbrüche bey *Hedykhuysen* strömte, wurde gröſstentheils durch den im Herbst 1794 in dem Deiche des Forts *Doeveren*, zur Vertheidigung, gemachten Einschnittes und durch drey Deichbrüche unterhalb *Dreunen*, abgeführt. Das Wasser würde daher nach dem Biesbosch abgeflossen seyn, hätten die Sommerdeiche, wie z. B. die *Hagoortsche-Kade* E F G (Tab. 39.), und mehrere Deiche nicht Eisdämme formirt, welche den Abfluſs des Wassers hemmten. Dasselbe erreichte auch eine Höhe über den Seedeich hinaus. Ja es zerriſs den Priemen-Deich! Die Inondation bahnte sich auch Wege, bey Sleuwyk durch den Deich, nach der Meerwede, nach dem Biesbosch durch den Uppelschen Seedeich, und von da durch mehrere Deich-Einschnitte, die der militärischen Vertheidigung wegen in den Vorvoornschen-Deich gemacht waren. Ferner floſs es in den Bakkerkiel, so wie auch durch die Schleusen Nro. 1. 2. 3. 4. 5 u. 6. (T. 39.), so wie durch die Meuwenschen und Dussenschen Schleusen, das Binnenwasser, ab. Indessen waren alle diese in den Deichen entstandenen oder gemachten Oeffnungen nicht hinreichend, um die hohe Inondation bis zur Saatzeit abzuleiten: daher lieſsen die verschiedenen Deich-Collegien, in dem zwischen Werkendamm und Drongelen gelegenen Seedeiche, noch fünfzehn Durchgrabungen machen. Anfangs wurden diese Arbeiten durch den Frost verzögert, und dann durch das schnelle anwachsende über die Deiche selbst hinstürzende Wasser gänzlich unterbrochen; zuletzt, als man wieder arbeiten konnte, sind acht Durchgrabungen des Seedeiches vollendet worden. Mit diesen und den Schleusen bewerkstelligte man endlich die gewünschte Ableitung der Inondation. Die Mängel, welche bey diesen Maaſsregeln statt fanden, sind folgende: a) Es waren die Durchgrabungen in den Deichen nicht tief genug gemacht; b) in den Seedeichen waren deren zu viele — und die mehresten an solchen Stellen, vor denen hohes Aussendeichs-Land lag, welches dem Ablauf des Wassers hinderlich war. Als die Deichbrüche am 4ten und 9ten April 1795 zugedammt waren, wäre es nöthig gewesen: die Binnendeiche zu öffnen, um das Land vom Wasser zu

befreyen, aber das sich durchkreutzende Interesse der Deichs-communen machte jede zweckmäſsige Anstalt zur Entwässerung rückgängig — und überlieſs diese der langsamen Wirkung der Schleusen so wie der der engen Canäle.

Sie konnte schon deswegen nicht bewerkstelligt werden, weil die bey den Dörfern Dussen und Ganswyk liegenden und auf Tab. 39. angedeuteten sieben Wurfradmühlen, von dem Eise ganz unbrauchbar geworden waren, welche das Wasser in den Canal hätten heben können. Von diesen Mühlen stehen in den Bann vor Dussen zwey, in dem von Duyl zwey, in dem von Hill zwey, und in dem Bann von Ganswyk eine. Alle Anstalten, die die genannten Commissarien zur Entwässerung der Lande von Altena und Heusden treffen konnten, bestanden daher in folgenden.

1. War man mit dem Deichcollegium des Neuen Dussenschen Polders übereingekommen, von dem Busen und den Schleusen dieses Bezirkes, Gebrauch zu machen, um das Wasser durch die Koornsche Schleuse und durch verschiedene Durchgrabungen desjenigen Deiches welcher den Dussenschen Polder vom Lande von Altena trennt, abzulassen. Die Abzapfung des Wassers konnte aber auf diese Weise, binnen drey Monathen, nicht bewerkstelligt werden: weil die Seeschleusen, während der Fluth, zugehalten werden muſsten. Das ist doch in der That ein trauriges Ereigniſs, und es ist unerklärbar, daſs man in Holland, wo die Existenz des Landes von den Wasserbauanstalten abhängt, noch solche unzureichende Mittel anwenden, so viele kostbare und mannigfaltige Anstalten sieht, um das Wasser abzuzapfen, und diejenigen nicht antrifft, welche die Ueberschwemmungen verhindern können, das sind die Correctionen der Maas, Meerwede und Waal, wovon im 1sten Bande gehandelt ist. Die genannten Sachverständigen untersuchen nun: die Art und Weise, wie in der Zukunft die hohen Inondationen aus dem Lande von Altena und Heusden abgezapft werden müssen. Indem sie den alten Binnendeich, von der Werkenschen - Schleuse an, bis zum Anschluſs des Neuen - Dussenschen Seedeichs für das gröſste Hinderniſs, des Abflusses, betrachten: so halten sie mehrere Durchgrabungen dieses Deiches für nöthig. Zu gleicher Absicht wollen sie Durchstiche in dem Aussendeich gemacht wissen, so wie auch in den Busendämmen, damit das Wasser schleunigst fallen möge. Alle diese Durchgrabungen sollten im voraus gemacht, mit Sand gefüllt, und über diesen mit Soden oder guter Erde, zwey Fuſs dick, belegt seyn. Diese Hülföffnungen sollten, nach denen bey der Ueberschwemmung gemachten Beobachtungen in den niedrigsten Bezirken des Landes, also in dem Binnendeich bey Nro. 1. 2. 3. 4 und 5. Tab. 39. gemacht werden. Sie bestimmen die gröſsten zu 480, und die kleinsten zu 96 Schuh. Ferner schlagen sie vor: wenn ein Deichbruch oberhalb Heusden vorfallen sollte, den Deich beym Fort Doveren (bey Nro. I. Tab. 39.) auf 140 Fuſs Länge durchzugraben, so wie auch den Polderdamm bey Elshout auf 60 Schuh; ferner sollten in dem Aussendeich des Neuen-Dussenschen Polders (bey Nro II. III u. IV. Tab. 39.) Hülföffnungen, jede von 12 Schuh, kommen. Die Polderdämme sollten

erhöhet, die Abzugsgräben aber vertieft und erweitert werden; in einigen Poldern und Busendämmen müfsten gleichfalls Oeffnungen gemacht seyn, damit das Wasser nach den Hülföffnungen, die in den Hauptdeichen statt fänden, ungestört abfliefsen könne. Es wurden mehrere dieser Vorschläge, die in dem Berichte detaillirt sind, angenommen und festgesetzt: „dafs die Hülföffnungen, welche in dem Aussendeiche des Neu-Altenaischen-Polders gemacht würden, zugedeicht werden sollten, wenn das Wasser bis zur Krone der Busendämme abgelaufen seyn würde; die Oeffnungen in dem Deiche des Dussenschen- und südholländischen-Polders sollte man aber schon zudammen, sobald das Wasser das Mayfeld, d. i., den natürlichen Boden, verlassen hätte.

Der Inspector Engelmann hat noch zwey andere Vorschläge hinzugefügt, die bey Entwässerungen zu instructiv sind, als dafs ich sie übergehen könnte. Sie beziehen sich auch auf eine bessere Ent- und Auswässerung, wenn keine Inondationen eingetreten sind. Da die *Alte-Maas* (oude-Maasje Tab. 39.), von *Doveren* abwärts, kaum 22 Fufs weit und verschlämmt ist, so kann sie das Wasser nicht abführen, er schlägt daher deren Erweiterung bis zu 36 Fufs, und ihre Vertiefung bis drey Schuh unter dem Sommer-Pegel vor. Hierdurch werde also, wie ohne Beweis klar ist, der Abflufs des Wassers nach der Hagoortschen-Schleuse beschleunigt; nicht nur von der Dovernschen-Schleuse ab, sondern von allen übrigen Schleusen, die nach der Alten-Maas auswässern. Die Innere-Entwässerung des Landes will derselbe auf folgende Weise verbessern: weil nämlich die Busen, auf denen die oben angezeigten Wurfradmühlen mahlen, *verschlämmt* und so *enge* sind, dafs diese Schöpfmühlen darauf, während der Fluth, nicht einmal mahlen dürfen, so mufs ein gemeinschaftlicher Busen in der Bleck-Kille, worin die Lande ihr Wasser entlasten, ausgegraben und mit Busendämmen (Canaldämmen) versehen werden! Zu gleichem Endzweck will Engelmann einen andern Canal und eine Schleuse mit drey oder vier Oeffnungen, am Ende des Borenverdriet angelegt wissen.

Will man dieses Project prüfen, so ist zu untersuchen 1) die Gröfse des vorgeschlagenen Busens. 2) Wie viel Wasser die bestehenden Wurfradmühlen, während der Fluthperiode (in welcher die Schleusen nicht auswässern) aufmahlen können. 3) Wie grofs die Wassermenge seyn könne, die der Busen während der Fluth fassen werde. Engelmann berechnet nun die Gröfse des Busens und nimmt an, dafs die 30 Wurfradmühlen, welche in allen Bezirken der rubricirten Lande stehen, während $4\frac{1}{2}$ Stunden, d. i., während der Fluthperiode, in welcher die Schleusen nicht auswässern können, eine Million 215000 Tonnen-Wasser á $5\frac{1}{4}$ Cubikfufs, das ist, jede Mühle in der Minute 150 Tonnen aufbringen. Da nun der Neue-Busen 3 Millionen 132000 Cubikfufs grofs seyn wird, so bleiben noch 10929 (à $5\frac{1}{4}$ Cubikfufs) Tonnen für die alten Busen übrig, die sie hinlänglich aufnehmen könnten. a) Es werden also die Mühlen bey gewöhnlichen, noch mehr aber beym starken Schleusengang, sowohl während der Fluth, als während der Ebbe, beym Mahlen bleiben können,

ohne noch den Mahl-Pegel zu erreichen, da doch jetzt sehr viele Mühlen gar oft still stehen müssen. Ein anderer Vortheil bey der Ausführung dieses Projects ist, dafs die Mühlen alsdann auch bey einem minder starken Winde mit einem bessern Effecte im Gang bleiben können. b) Wird das grofse Beschwernifs, dafs diese Bezirke keine Sammelbusen haben, die eine hinreichende Wassermenge fassen, also keine gute Auswässerung haben können, wenn nicht ganz, doch gewifs gröfsten Theils gehoben. c) Alle Schöpfmühlen, von denen viele nach ihrer Construction, das Wasser zu hoch heben müssen, werden künftig an Reparaturen bey weitem nicht so viel kosten. d) Sollte der projectirte Sammelbusen nicht für grofs genug gehalten werden, so kann er ja, an vielen Stellen, besonders längs den Ufern des Bleck, bis aufs niedrige Wasser abgegraben, und dadurch, ohne gar grofse Kosten, beträchtlich vergröfsert werden. e) Wenn bey ungestümmen Wetter die Fluthen zu hoch steigen, so dafs es zu befürchten ist, das Wasser möchte über die Aussenlande und Sommerdämme, in den projectirten Busen fallen, so müssen die Schleusen offen bleiben, um hierdurch den Busen selbst schon zu füllen, und also zu verhindern, dafs das einfallende Wasser in diese Dämme, Durchbrüche verursache, oder der anzulegenden neuen Schleuse schädlich werde. f) Es wurde vorgeschlagen, den projectirten Busen mit einem Erddamm, und nicht mit einem Faschinendamm, abzuschliefsen. Der Grund hierzu ist dieser, dafs ein Erddamm leicht durchgegraben werden kann, um das Wasser abzuzapfen, wenn etwa der hohe Maasdeich durchbrechen sollte. Ein solcher Durchstich, in dem projectirten Abschlufsdamm, ist in diesem Fall um so nothwendiger, weil alsdann die, in dem Deiche anzulegenden Schleusen, eine ungemein grofse Wassermenge abführen, und dem Wasser also auch ein ungehinderter Abflufs gegeben werden mufs; und dann auch, um die projectirte Schleuse zu schonen. Dieser Abschlufsdamm mufs erst wieder hergestellt werden, wenn der Deichbruch schon geschlossen, und die Ueberschwemmung schon so weit wieder abgelaufen ist, dafs die Schleusen in den Deichen bey gewöhnlichen Fluthen wieder zugehen."

Diese Vorschläge sind nun leider nicht ausgeführt, und diese Analyse gibt uns abermahls den überzeugendsten Beweis, dafs die mehrsten Grundeigner, zwar gleich nach der überstandenen Gefahr Hülfe begehren, dafs sie die Deiche nicht von Zeit zu Zeit, wie es nöthig ist, erhöhen; die Sammelbusen und Canäle verschlämmen lassen, und dafs sie die Schleusen nicht sorgfältig unterhalten, ja! dafs man jedem wohlüberdachten Vorschlage, in Holland, wie in manchen andern Staaten, Eigennutz, Mangel an Einsichten, Schwäche, kraftlose Maafsregeln; bey der Ausführung aber Neid, Intrigue und Undank entgegen setzt; wohlthätige Vorschläge nur von sehr klugen und in ihren Maafsregeln consequenten Regierungen erkannt, mit Standhaftigkeit durchgesetzt, und zwar wider den Willen der intriganten Faulschwätzer und solcher eigennützigen Grundbesitzer, die von dem Nachtheil der Uebrigen, Nutzen ziehen, ausgeführt werden.

§. 115. Zu den grofsen Veränderungen in dem hydrotechnischen Zustande Hollands gehört auch die Trennung der Insel Flacqué (Tab. 40 und 46.) vom festen Lande. Sie ward durch die Seemündungen *Kramer* und *Volkerack*, von Seeland abgerissen. Also erlitt die Auswässerung von Seeland eine vollkommene Veränderung. *Alting* stellt die Insel Flacqué auf der IV. Tafel zu seinem zweyten Theile noch als mit Seeland verbunden dar. Dagegen war Goederede oder Goerée schon damahls eine Insel, und hing folglich nicht mit Flacqué zusammen, wie jetzt. (S. Tab. 46.) Die Scheidung, welche ehemahls *den Hals* genannt wurde, ist jetzt ganz versandet, und vermittelst eines Deiches (Dam door de Schorre zee) mit Flacqué zusammen gehangen.

Auch der sogenannte *Springer* (Tab. 46.) war in der Mitte des XVII. Jahrhunderts nur erst eine Untiefe, die über die Fluth hervorragte. Jetzt hängt er mit Goerée zusammen. *)

§. 116. Nachdem ich den Innern-Wasserstaat von Holland abgehandelt habe, so will ich noch über den von *Friesland* und *Grönningen* dasjenige anführen, was ich auf meinen Reisen sammelte. Diese Lande, ob sie gleich für den Wasserbau bey weitem nicht so wichtig als Holland sind, verdienen dennoch die Aufmerksamkeit des Wasserbaukundigen, und sind für denselben sehr lehrreich, wie wir bereits aus der Darstellung des Seeuferbaues gesehen haben, ich komme also zur

§. 117. *Auswässerung von Friesland.*

Friesland (Tab. 55.) dessen Innere-Kanäle und Wasserbusen 3 bis 5 Fufs höher als die tägliche Ebbe liegen, wird durch mehrere Seeschleusen und kleine Auswässernde-Schützschleusen nach der Südersee und der Nordsee entwässert. Nach den Canälen wird das Wasser durch Mühlen aufgemahlen, die aber nur klein sind und gewöhnlich eine in einem Mantel eingeschlossene Wasserschraube treiben. Die Entwässerungs-Schleusen, die ich kenne, sind folgende: 1) die zwey Kammer- und Spühl-Schleusen in Haarlingen, die zugleich den Hafen rein halten. Die kleine ist 13 Fufs weit; die grofse 20 Fufs; diese Schleuse liegt am Hafen, jene auf dem Canal. 2) Das *Ropta-Zyl* **), nördlich Haarlingen gelegen; dessen Weite beträgt 7 Fufs. 3) Die Makkumer-Schiffahrts- und Spühl-Schleuse. Wegen dem Durchschleusen der Schiffe ist sie 20 Fufs weit. 4) Die Kammer- und Spühl-Schleuse zu Hindelopen ist 14 Fufs weit. 5) Die Kammer- und Spühl-Schleuse zu Workum hat die nämliche Weite. 6) Die am Stavernschen Hafen liegende Kammer-Schleuse ist 18 Fufs weit. ***) 7) Das Zyl bey Molkveren. 8) Das Take-Zyl, nördlich Lemmer.

*) Geographiae Blavianae Vol. IV. Zelandia Trans-Scaldina.

**) *Zyl* oder *Syl* heifst eine auswässernde Schütz-Schleuse.

***) Zur Winterzeit bey einem harten Ostwinde steht das Binnenwasser bey Stavern 2 bis 3 Fufs höher als die tägliche Fluth in der Südersee.

9) Die Kastenschleuse beym ort Lemmer. 10) Auf der *Langen - Lille* südlich dem Lemmer liegt nicht weit vom Kundert das Schooter - zyl, welches jenes wasser nach slykenborgh durchläfst, wo es sich in den Linde - Flufs einmündet, welcher seine Auswässerung beym Kundert in die südersee hat. Alle diese Schleusen wässern in die südersee aus. Folgende aber in die Nordsee, als: 1) das alte und neue zyl östlich dem Bildpolder. 2) Das Ezumer - zyl. 3) Das Nieuwe - zyl, welches auf dem Dokkumer - Diep liegt. 4) Das Monike - zyl an der Grönningschen Grenze auf dem Lauwers - Flufs. Von den mehresten der schleusen, deren weite hier angegeben ist, habe ich selbst diese weite gemessen. Folgende sehr genaue Karte wird das Local von Friesland anschaulich machen. Nieuwe — caert van Frieslant, vermeerdert en verbetert op ordre der Ed. Mog. Heeren Gedeputeerde staaten. Uit — gegeven door R. et J. Ottens te Amsterdam en te Leuwarden by van Dessel. Sie besteht aus sechs Blatt, und ist äufserst selten geworden.

§. 118. *Auswässerung von Grönningen.* Das Binnenwasser von *Grönningen* wird in das *Loopende - Diep;* in die *Eems - Mündung* und in den *Dollart* geführt, und zwar durch einige Schleusen.

In der Stadt *Grönningen* liegen drey Kammerschleusen, nämlich 1) die *Grofse-schleuse,* am westlichen Ende der stadt, auf das *Loopende-Diep.* Sie ist 24 Fufs weit und 80 Fufs lang, und ihr Boden liegt 6½ Fufs unter der täglichen Ebbe. Nach der seeseite zu hat sie zwey Paar Thore — ein Paar Fluth- und ein Paar Ebbe-Thore — die letztern halten das wasser im obern Canal vier bis sechs Fufs hoch. Es können darin vier Canalschiffe zugleich liegen. 2) Die *Kleine - schleuse*, nicht weit von der grofsen, hat ein Paar Ebbe - und Fluth - Thore, ist, 2 Fufs weit und ihr Boden liegt 7½ Fufs unter die Ebbe. Sie schliefst das *Hoornsche - Diep* oder die *Drenthe* ab, und erhält dieselbe zur fahrbaren Höhe. Die dritte Schleuse liegt auf dem Canal, der nach Delfzyl führt, und dient dazu, dafs die Schiffe von dem obern Canal der Stadt, welcher von der grofsen schleuse kommt, in den Delfzyler - Canal niederfallen können, und dafs jener Canal nicht in diesen abfliefst. Sie ist 16 Fufs weit, und stauet vier Fufs hoch. Vermittelst diesen Schleusen kann also der eine oder der andere Canal erniedrigt und erhöht werden. Läuft aber die Fluth vor der grofsen Schleuse etwas beträchtlich auf, so kann das Canalwasser in das *Foxholster* - und *suidlaarder-meer* entlastet werden; damit es aber nicht weiter ostwärts ins Land tritt, so wird es bey *Martenshoek*, von einer hölzernen Schleuse, die zwey Fufs hoch stauet, zurückgehalten. Der Canal von Grönningen nach Delfzyl ist etwa 60 Fufs breit, und 8 bis 10 Fufs tief. Er wird aus der Ems - Mündung mittelst den Delfzyler - Schleusen oder auch von Grönningen aus gespeifst, und führt nach jenen schleusen das Binnenwasser zur Ebbezeit.

§. 119. *Westlich* Grönningen wässert das Land durch folgende Siele aus, als 1) durch *Monnike-zyl,* 2) das *Kommer-zyl,* 3) das *saaksumer-zyl,* 4) durch das *Aduarden-zyl.*

§. 120. Das Land *nördlich* Grönningen wässert aus: durch das *wetsinger-zyl*, 2) *winsumer-* und *schnaephalster-zyl*, und 3) durch eine kleine, in dem seedeiche liegende, steinerne schützschleuse.

Das Land *östlich* Grönningen wird mit folgenden schleusen entwässert, als 1) durch die schleusen zu *Delfzyl*, 2) das *oterdumde-zyl*, 3) *Termunter-zyl*, 4) *Nieuwe-zyl* am *Dollart*, 5) *Beester-zyl*, 6) *Bellingewolder-zyl*, 7) durch das *staaten-zyl*, nach welchen das Binnenwasser, von dem *oude-zyl* bey der *Neuschanz* kommend, hinläuft, und das die *westerwolder-Aa* genannt wird. Das *Bulter-verlaat* oder die hölzerne schleuse bey Bull staut das wasser der *westerwolder-Aa* auf, und dieser Canal heiſst, weiter landwärts, die *Pekel-Aa;* auf ihr liegen noch mehrere hölzerne schleusen: als das *Renzel-verlaat*, und das *verlaat bey Boven-Pekel.* Doch ich will diese Materie nicht ausdehnen, und nur noch den Leser auf die *Beckeringhsche* vortreffliche Karte von *Grönningen*, aus vier Blättern bestehend, aufmerksam machen, die ihm das Local sehr gut darstellen wird.

§. 121. Diese Darstellung des Innern-Holländischen wasserstaats, so wie dasjenige, was ich von dem Holländischen Fluſs- Hafen- seeufer- und Deichbau vorgetragen habe, und von den schleusen Hollands noch vortragen werde, wird, ohne zweifel, die wichtigkeit des wasserbaues der Küstenländer vom Dollart bis zur schelde begründen, und der geringe gerechnet, drey Tausend Millionen Gulden gekostet haben mag. Diesen Raum mögen aber die auf den holländischen wasserstaat passenden verse Delille's einnehmen.

— — — — — — voyez le Batave
Donner un frein puissant à l'Ocean esclave.
Là le chêne, en son sein fixé profondément,
Présente une barrière au fougueux élément.
S'il n'y a plus ces rameaux et ces pompeux feuillages
Qui paroient le printemps et bravoient les orages,
Sa tige dans les mers soutient d'autres assauts,
Et brise fiéremeut la colère des eaux.
Là d'un long mur de joncs l'ondoyante souplesse,
Puissante par leur art, forte par sa foiblesse,
Sur le bord qu'il menace attend le flot grondant
Trompe sa violence et résiste en cédant.
De là ce sol conquis et ces plaines fecondes,
Que la terre étonnée a vus sortir des ondes;
Ces champs pleins de troupeaux, ces près enfants de l'art!
Le long des flots bruyants qui battent ce rempart,
Le voyageur, surpris, au-dessus de sa tête
Entend gronder la vague et mugir la tempête,
Et dans ce sol heureux, à force de tourment,
La nature est tout art, l'art tout enchantement.

DRITTES KAPITEL.

Jetzt sey es mir erlaubt, zwey von mir gemachte Entwürfe über die Austrocknung, Entwässerung und Bewässerung groſser Landesbezirke darzustellen.

I.

Der erstere betrift den von mir im Jahre 1801 über einen 16949 Morgen groſsen Sumpfbezirk in der Grafschaft Katzen-Ellenbogen gemachten Vorschlag.

Siehe Tab. K. des ersten Bandes.

§. 122. Die Verbesserungen, welche aus der Ausführung dieses Vorschlages hervorgehen werden, sind zu 862000 Gulden berechnet, und die Kosten der Entwässerung werden $27\frac{8}{10}$, die der Bewässerung $\frac{1}{100}$ dieser Summe betragen. Auſserdem wird die Ausführung auch noch für die Gesundheit der Bewohner dieser nassen und sumpfigen Bezirke wohlthätig werden und den Viehstand vermehren, mithin die Agricultur der hoch liegenden Ländereyen verbessern, und den Preis des Heues in Darmstadt verringern. Kein Wunder also, wenn man schon im frühesten Alterthum *) durch diese Sumpfbezirke einen Hauptentwässerungsgraben, *Landgraben* genannt, anlegte. **) Die ursprüngliche Anlage dieses Landgrabens und die darüber gelegten Aquaeducte, in welchen der Modau-Bach und der Sandbach über den Landgraben hinüber flieſsen, (letzterer bey 8. Tab. K.), sind auch mit so vieler Einsicht angeordnet, als man nur von frühern Zeiten erwarten kann. Dieser Canal muſste seinem Zwecke vollkommen entsprechen, da dessen Abhang sich zur Länge wie 4014 zu 1 verhielt. In neuern Zeiten ist diese nützliche Anstalt aber gänzlich verdorben worden. Im Jahr 1701 wurde nämlich auf dem Landgraben eine Mühle Nr. 21. bey dem Dorfe *Wallerstätten* erbauet, wiewohl dort eine andere Mühle, nicht lange vorher, auf wiederholte Be-

*) Der oberste Theil des Landgrabees ist im Anfang des XVII. Jahrhunderts verändert worden. Es ist nämlich von Zwingenberg bis zum Fanggraben i. J. 1617 der Neue-Landgraben vollendet.

**) Uebrigens habe ich diese Gegenden nach dem im 1ten Bande S. 131. bemerkten Maaſsstabe aufgenommen, und auch die nöthigen Nivellements gemacht. Diese Karte, so wie die hydrotechnische Karte des Rheines im Groſsherzogthum Hessen, wovon ich in Tab. 3. ein Blatt herausgegeben habe, ist bis jetzt zu keiner ins Publikum gekommenen Karte der Rheingegenden benutzt worden, dessen sich jeder Kenner, durch einen Vergleich der 3ten Kupfertafel mit den Haasischen Karten der Rhein- und Mayngegenden, überzeugen wird.

schwerden einiger Aemter des Landes, niedergerissen war. Die neue Mühle sollte zwar keine Schütze, sondern ein Ziehpanster, und nur 1 ½ Schuh Fall haben, und so soll sie auch nach den neuesten Erbleih-Contracten eingerichtet seyn. Da aber der Landgraben zu Sommerzeiten nur zwölf Cubik-Schuh Wasser in der Sekunde liefert, so kann er die drey Räder der Mühle zu Wallerstätten, bey einem solchen geringen Fall, nicht treiben. Die Müller haben daher nie ihren Contract erfüllet, Schütze angelegt, und sich 4 Fuſs, 5 Zoll, 3 ½ Linie Fall genommen. Und wenn gleich der Contract jenen niedrigen Fall von 1 ½ Schuh, und ein freyes Ablassen des hohen Grabenwassers bestimmt, ja daſs die Mühle, ohne Entschädigung von seiten der Erbpächter, eingehen soll, wenn sie je dem Lande nachtheilig gefunden wird, wenn die Klagen der Unterthanen immer häufiger über diese Mühlen wurden: so wollten doch die Müller stets den Landgraben als ein *Mühlwasser* betrachtet, und demselben sogar oberhalb das hohe Wasser nicht entzogen wissen, welches doch durch den sogenannten *Fang*- und *Wehrgraben*, zum Nutzen der Entwässerung, abgeleitet werden konnte; und auch diese Müller fanden Freunde, die sie in Schutz nahmen, welches man bey den Müllern, die geschwornen Feinde der Agricultur, fast überall antrift. Aber leider wird man auch fast überall den groſsen Einfluſs der Müller auf die Geschäftsmänner gewahr!

Die Regierung war also hier offenbar zu nachsichtsvoll, und ordnete den Nachtheil eines groſsen Bezirkes dem Vortheile Einzelner unter.

Ein zweytes Uebel, welches diesem Landgraben zugefügt ist, besteht darin: daſs das Fundament des Sandbach-Aquaeducts (Nr. 8. Tab. K.) welches zugleich die Sohle des Landgrabens ausmacht, in neuern Zeiten, auf die Beziehung des hydrotechnischen Abhanges vom Landgraben, 37 Zoll zu hoch angelegt ist. Diese zwey *Wasserkehrungen:* nämlich die Mühle bey Wallerstätten und das hohe Fundament des genannten Aquaeducts lassen also den Abfluſs aus denen oberhalb liegenden Sumpfgegenden, mittelst des Landgrabens, nicht zu, und stauen die Oberfläche von dessen Wasser höher, als die nahen Sumpfgewässer liegen. Mithin können diese darin nicht eintreten, und derselbe entspricht daher nicht den wesentlichen Eigenschaften eines guten Entwässerungsgrabens. Da nun diese beyden Wasserkehrungen (die Wallerstätter-Mühle und der Sandbach-Aquaeduct) den Landgraben zu hoch anschwellen; bey dieser Mühle aber, des Stauwassers wegen, nicht mehr Gefäll gewonnen werden kann, so gibt es bey diesem Local, zur Entwässerung dieser Bezirke, kein anderes Mittel, als a) diese Mühle (welche jährlich der Fürstlichen Rentkammer nur 150 fl. Pacht einbringt) eingehen zu lassen, b) das Fundament des Sandbachs-Aquaeducts 37 Zoll zu senken, und c) den Abhang des Landgrabens auf die gesammte Länge zu vertheilen, d. i., diesen Canal nach einem hydrotechnisch regulirten Falle auszutiefen. Alsdann wird dessen Oberfläche 2 ½ bis 3 ½ Fuſs gesenkt, folglich eine vollkommene

Entwässerung bewirkt werden, wie die Nivellements zeigen. Die Neigung des Landgrabens — welche jetzt sich zur Länge verhält wie 1 : 3530, 1 : 2623, nämlich in den Stellen, die unter den Erhöhungen seines Bettes liegen, und in andern, insonderheit oberhalb der Mühle — oder dieser Wasserkehrungen — wie 1 : 8479, und wie 1 : 10090 — wird sich alsdann durchaus, beym niedrigen Rhein, zu der Länge wie 1 : 3803 verhalten. So wird also auch die Geschwindigkeit vermehrt werden, denn jetzt wird der Abfluſs von den Unregelmäſsigkeiten des Bettes und dem Schlammboden sehr gehemmt: daher beträgt die Geschwindigkeit, selbst bey den nicht geringern Abhange, der $\frac{1}{3520}$ der Länge beträgt, nur $6\frac{5}{10}$ Zoll in der Secunde. Ist der Landgraben erst regulirt, dann lassen sich alle nöthigen kleinen auf Tab. K. mit punctirten Linien angegebenen Abzugsgräben, wozu die Gräben 18. und 20. gehören, und auch die Bewässerungsgräben *) anlegen; dann lassen sich alle Vortheile aus diesem groſsen Landesbezirke ziehen, welche die Fruchtbarkeit des Bodens nnd das treffliche Clima darbiethen; Vortheile, welche unter der jetzigen Regierung noch entstehen können.

Auch kann dann der Landgraben, von der Wolfskehler-Brücke bis zum Rhein als *Schiffahrtscanal* gebraucht werden, und zwar ohne alle Schleusen; wahrlich ein nicht geringer Vortheil, besonders wegen den Transport des Bau- und Brennholzes nach dem Rhein.

II.

Die Austrocknung der Versumpfungen im Pinzgau. Siehe den Plan Fig. 1. Tab. 103.

§. 123. Das im ehemaligen salzburgischen, jetzt im Salzachkreise des Königreichs *Baiern* gelegene *Pinzgauthal*, welches die *Salzach* auf zwölf Stunden durchströmt, war noch im fünfzehnten Jahrhundert gröſstentheils Sumpf, weil die Salzach, durch ihren krummen Lauf und bey der hohen Lage ihres Bettes, und die darin sich ergiessenden Wildbäche, es überschwemmten. Erst im Jahre 1540 unternahm es der Erzbischof *Ernst, Herzog von Baiern:* der *Salzach* ein neues Bett (von *Caprun* bis *Bruck)* zu geben. **) Nachher 1566 und 1567 wurde diese neue Leitung aufwärts, nämlich ohnweit dem Dorfe *Walchern*, das ist, von der sogenannten Höhe

*) Die Bewässerung kann von dem *Sandbach* bey Nr. 10. durch den auf Tab. K. mit doppelt punctirten Linien angegebenen Haupt-Bewässerungsgraben bewerkstelligt werden. Dieser Graben kann gehen von Nr. 10. nach 11., bey 6. über den Landgraben, und dann nach 13. und 14., ein anderer Ast von Nr. 11. nach 9. in den Landgraben. Uebrigens führt der *Sandbach* ein trefflich düngendes Wasser, Laub und Erde. Zuweilen bringt er auch Sand, und damit kann man die Sumpfbezirke von Griesheim anschlämmen, das ist, erhöhen. Bezirke, die späterhin mit Hülfe der Bewässerung zu den besten Wiesen umgestaltet werden können!

**) Man sehe die interessante historisch und staatswirthschaftliche Schrift über den Strassen- und Wasserbau und die Bodencultur in Salzburg 1810 von *Koch-Sternfeld.*

Liglern bis *caprun*, auf eine Länge von 3235 wiener-Klafter, fortgesetzt. Man bestimmte die Breite der Flufsbahn (in der Landessprache *Furth*) zu 96 schuh, und gab jeder uferbewallung, d. i., dem Dammrechte, zwölf Fufs Breite. Zur Ersparung der Kosten, wozu der Bischof 4200 fl., die Gerichte *zell* und *Tachsenbach* 800 fl. hergaben, waren zwey Gräben in der neuen Directionslinie, jeder zu sechs schuh breit, ausgehoben, und so erwartete man von dem strome selbst die Formirung seines Bettes. Diese Profile waren natürlich zu klein, und mochten auch nicht hinreichend tief ausgehoben seyn, so dafs über diese unternehmung im Jahre 1572 Klagen entstanden, und die Erweiterung des canals so wie die versicherung seiner ufer, vorgenommen wurde. Im Jahre 1586 erhöhte man den von Bruck nach zell führenden weg, den ich die *Dammstrasse* (siehe die Karte Tab. 103.), nenne. Die neue Leitung der salzach wurde nun auch im *ober-Pinzgau* bis bey *Bramberg*, von den Grundeignern, fortgesetzt, und es ist daher wahrscheinlich, dafs sie unter *Bramberg* bis *stuhlfelden*, so wie zwischen Piesendorf und Niedersill früher zu stande gekommen war. Hier bestimmte man die Breite des Bettes der salzach zu vier und achtzig schuh, und an jeder seite ein Damm- oder uferrecht von zwölf schuh.

Bey allen diesen neuen Flufsleitungen, die in der Landessprache *ueberwerfungen* oder *ueberführungen* der *Achen* (des Flusses) genannt werden, wurde zur ursache die Erhöhung des salzachbettes, der Austritt von den Hochgewässern sowohl auf die Flufsgegend als in dem zeller-see, angegeben. 2) Wurde das alte verlassene Flufsbett (alte Achfurth) und die Frey- oder Gemeindeplätze unter Diejenigen als Entschädigung vertheilt, welche ihre Grundstücke zum neuen Flufsbett hergegeben hatten. 3) Mufsten die Angrenzer die ufer mit Bauten schützen, und die uferbauten und Dämme, *verwerkungen* genannt, erhalten, ausser längs Gemeindeplätzen, wo die Gemeinden ihre unterhaltung besorgten. Den linkseitigen Damm- und uferbau, von der Mair-Einöden-Brücke bis Bruck, mufste das Gericht caprun zu $\frac{3}{7}$, Tachsenbach $\frac{2}{7}$, Mittersill $\frac{1}{7}$, und Lichtenberg zu $\frac{1}{7}$ übernehmen. Noch jetzt mufs zell, welches zu dem ersten Gerichte gehörte, gröfstentheils diesen Damm- und uferbau besorgen! In diesem zeitraume, d. i., in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts, wurde auch der von Bruck von der salzach in den zeller-see gehende Graben, der *zeller-Graben* genannt, aufgeräumt, und gegen den Einsturz mit Pfahl- und Buschwerk gesichert. Doch ich komme jetzt zu dem gegenwärtigen zustande dieser versumpfungen und zu den vorschlägen, welche ich im october 1811 entworfen, und durch die genaueste Localuntersuchung begründet habe.

§. 124. Das eine halbe stunde breite Pinzgauthal bietet wenigstens einen aus sümpfen bestehenden Flächenraum von 10,000 Tagwerken dar. Rechnet man, dafs die Amelioration oder Austrocknung derselben, das Tagwerk nur um 120 fl. verbessert, so erhält man eine summe von einer Million zweymal hundert zehn tausend Gulden, um welche das Grundeigenthum erhöhet oder verbessert werden kann. Es

ist aber nicht allein diese Vermehrung des Nationalvermögens, welche der Staatswirth zu berücksichtigen hat, sondern auch der Gewinn für die Gesundheit der Bewohner dieses Thals und seiner Bevölkerung; denn gegenwärtig herrschen hier hartnäckige, mehrere Monate dauernde, Fieber, und die bösartigsten Hautausschläge sind so allgemein, dafs sie fast bey allen Kindern und auch bey Erwachsenen sichtbar sind. Kein Wunder daher, wenn die Trockenlegung dieses Thales, im ehemaligen salzburgischen, öfters versucht wurde, und mehrere Regierungen, Vorschläge entwerfen liefsen, wenn selbst die Gemeinden sich zu grofsen Aufopferungen verstanden, ja dafs die Gemeinde Mittersill (i. J. 1791) sich zu 13104, die Gemeinde Caprun zu 3194 Tag-Schichten sich erbothen, und dafs die beyden Salzach-Ufer, mit Anwendung ausserordentlicher Anstrengung der Angrenzer, mittelst Buschlagen, vor denen man auf 6 bis 8 Schuh Abstand, 6 bis 12 Zoll starke lerchene Pfähle einrammte, erhalten wurden; Uferbauten, die man mit Steinen bedeckte. Ja, das Holz zu diesen schlecht construirten Uferbauten wurde aus den landesherrlichen Waldungen unentgeldlich hergegeben, und im J. 1791 zur Räumung des Bettes, beym Dorfe *Gries*, einige tausend Gulden, verwendet!

Zuletzt im Jahre 1808 liefs die östreichsche Regierung, durch den Ingenieur General de Lopez und den Ingenieur-Major Chavanne die Gegend untersuchen. Diese begründeten hierauf ein weitläufiges in den Acten sich befindendes Memoire, nach welchem die *Salzach* von Mittersill bis Bruck gerade geleitet, und zwischen Dämmen eingeschlossen, dem Wildbache *Caprun* gleichfalls ein neues Bett (auf der rechten Seite der Salzach) angewiesen werden sollte. Es sollten, in dem Pinzgauer-Thale, grofse Behälter zur Aufnehmung des von den Wildbächen abgeführten Materials gegraben werden, die von Zeit zu Zeit wieder zu räumen seyen Bey Gries sollten die das Salzachbett erhöhenden Felsmassen herausgehoben werden. Man wollte ferner die Hochgewässer der *Salzach* in die *Salach* vermittelst eines aus dem Zellersee zu ziehenden Canals ablassen, und endlich mehrere Stauschleusen anlegen. Acht bis zehn tausend Arbeiter sollten sechs Jahre über beschäftiget werden, wozu man das Militär verwenden wollte! Schon zuvor hatte man diese Austrocknungs-Arbeiten zu einer halben Million angeschlagen, nach diesem Projecte hätte man mit dieser Summe bey weitem nicht ausgereicht!

Bey dem Umstande, dafs es den vormaligen Regierungen an Männern fehlte, welche einen auf wissenschaftliche Kenntnisse und Erfahrung gebauten Entwurf zu machen fähig waren, so mufsten die bedeutenden Kosten, welche die Projectgeber veranschlagten, von der Ausführung abschrecken. Eine Unternehmung wie diese: wobey der Ingenieur nicht allein auf die bessere Leitung der Gewässer, sondern auch darauf Rücksicht nehmen mufs, a) dafs die Bergströme das Bett des Hauptflusses, d. i., der Salzach, nicht nur nicht erhöhen, sondern zu seiner Vertiefung beytragen, damit dieser Flufs die Sumpfgewässer aufnehme, b) dafs die Grundsätze

von der Lehre der Austrocknung im Auge gehalten, c) dafs diejenigen Gebirgswässer, welche aus den Gletschern kommen, nicht über die Oberfläche des Thales geführt werden dürfen, weil sie die Gräsereyen verderben, d) dafs die jetzigen in Cultur stehenden Grundstücke und Wiesen so viel als möglich geschont bleiben, und e) dafs endlich die Sumpfbezirke vermittelst Entwässerungsgräben vollkommen trocken gelegt werden. Eine Unternehmung dieser Art kann nicht durch eine von der Natur der Flüsse abweichende Hypothese begründet werden! Ich habe mir daher die hier erwähnten Bedingnisse vorgezeichnet, und mit der möglichsten Oeconomie folgende Verbesserungs-Vorschläge, nachdem ich, wie gesagt, im September 1811 das Local genau untersucht hatte, entworfen, die ich auch hier mit den nöthigen Beweisen von dem glücklichen Erfolge unterstützen will, und sie so dem Publikum übergebe.

Zuvörderst will ich von der Messung und Berechnung der Geschwindigkeit des Salzachflusses, die im September 1811 und 1812 angestellt wurden, einige Resultate anführen, um die hydrometrischen Eigenschaften dieses Flusses darzustellen. Die Geschwindigkeits-Messungen sind nämlich am 23. und 24. September 1811 gemacht, und von meinem ältesten Sohne berechnet worden. Ich glaubte mich damals mit einem im Frühjahr von einigen Personen, welche nicht beym Wasserbau angestellt waren, bewirkten Nivellement begnügen zu können; aber ich hatte nachher Ursache, ein neues Nivellement vornehmen zu lassen, welches der Wasserbau-Inspector Hagenauer zu Salzburg mit dem Schröderschen Nivellerinstrument im September 1812 bewerkstelligte, und dieses nehme ich daher in den folgenden Resultaten auf, und berechne hiernach das Verhältnifs der Neigung zur Länge des Salzachflusses.

Resultate einiger im September 1811 *und* 1812 *angestellten hydrometrischen Messungen des Salzach-Flusses, in Beziehung auf die Austrocknung im Pinzgau.*

Bezeichnung der Objecte in Beziehung auf Tab. 103.	Entfernung in Baierischen Schuhen.	Die Neigung der Salzach betrug			Die Neigung verhält sich zur Länge wie 1 :	Die Geschwindigkeit betrug in der Secunde im Stromstrich	Anmerkungen.
		Fuſs.	Zoll.	Lin.			
Von der Brücke zu Mittersill bis zur Stuhlfelder-Brücke	11790	17	5	8	674,8	6,12	1.) Die Geschwindigkeit im Stromstrich wurde bey einem Wasserstande gemessen, welcher 5 Zoll über den niedrigsten Stand, und die hydrometrische Kugel tauchte bis auf 4 Zoll unter der Oberfläche des Wassers.
Bis zur Pirtendorffer-Brücke	5820	7	3	2	801,2	6,65	
Bis zur Mündung des Stubacher-Baches	4380	5	3	10	823,4	5,09	
Bis zur Uttendorffer-Brücke	2740	7	6	2	364,6	7,94	
— — Ukler-Brücke . .	6770	9	9	9	689,9	6,01	
— — Lengdorffer-Brücke	6880	5	10	11	1160,6	5,92	2.) Auf die Entfernung von 8170 Fuſs unterhalb der Brücke von Mittersill, wo die Fluſsbahn parallele Ufer hat und geradlinigt ist, wurde die Wassermenge (bey obigem Wasserstande) gemessen. Die Profilbreite betrug 90 Fuſs, die mittlere Tiefe 4', die mittlere Geschwindigkeit 7,09, mithin die Wassermenge 9 . 4 . 7,09 = 2552, 4 Cubik-Schuh.
— — Brücke bey Niedersill	8130	11	8	2	696,0	6,09	
Bis zur Brücke bey Maierleiten	4210	3	6	4	1193,4	6,52	
Bis zur Brücke von der Höhe von Liglern . .	5430	6	3	11	858,3	5,36	
Bis zur Hummersdorffer-Brücke	5550	4	5	6	1244,8	5,78	
Bis zur Brücke bey Piesendorff	6310	9	0	10	695,7	6,62	
Bis zur Brücke bey Köthig-Einöd	2450	1	2	9	1993,2	7,63	3.) Gegen die Ausmündung des Capruner-Baches liegen die Ufer der Salzach nur 3 1/2 bis 4 1/2 Fuſs über den niedrigsten Wasserstand.
Bis zur Capruner-Brücke	6180	5	9	3	1070,9	4,71	
— — Mündung des Capruner-Baches	3090	5	5	5	566,8	4,74	
Bis zur Brücke bey Maria-Einöd	6400	5	8	9	1117,1	4,80	4.) Der baierische Schuh verhält sich zum Pariser wie 129,38 : 144.
Bis zur Brücke bey Kreſsenbach	8090	8	1	5	996,5	6,31	
Bis zur Brücke bey Bruck	2780	1	8	10	1601,2	6,79	
Ganze Länge . .	83990	116	4	8	721,6	5,07 *)	*) Mittlere Geschwindigkeit.

§. 125. Auch diese hydrometrischen Resultate geben den Beweis von demjenigen, was ich im ersten Bande von der Natur der Flüsse vorgetragen habe, a) daſs nämlich nicht allemal die Geschwindigkeit von der Neigung abhängig ist, sondern daſs auch auf die erstere, die Zusammenziehung und Erweiterung der Fluſsbahn wesentlich einwirken, so daſs die Geschwindigkeit bey einer gröſsern Neigung in einem Fluſsbezirk, wegen den gröſsern Profilweiten des Stromes, geringer seyn kann, als in einem andern Fluſsbezirk, worin die Profilweiten kleiner sind. Wenn man diese Resultate mit den auf S. 74 und 75. des I. B. dargestellten hydrometrischen Messungen des Rheines vergleicht, so ergibt sich, daſs die Adhäsion des Wassers an dem Boden und den Ufern des Flusses, je nach der geringen Tiefe, einen gröſsern Einfluſs auf die Bewegung oder Geschwindigkeit des Stromes hat. Siehe I. B. S. 25. §. 28. Aber in welchem Verhältniſs die relative Abnahme der Geschwindigkeit mit der Verringerung der Tiefe zweyer Flüsse steht, dieſs läſst sich nicht bestimmen; so wie auch nicht: in welchem Verhältnisse die Wassermenge zweyer Flüsse, je nach ihrer Gröſse, die Geschwindigkeit vermehrt, indem der Widerstand, welchen die Ufer und der Boden des Flusses dem Strom entgegen setzen, in dem Verhältniſs abnimmt, als die Wassermenge eines Flusses relativ gröſser, als die eines andern ist. Diese Messungen beweisen daher gleichfalls: daſs die Festsetzung einer Theorie über die Geschwindigkeit der flieſsenden Gewässer unmöglich ist: sonach bleibt uns nichts übrig, als durch hydrometrische Messungen, die Zahl der Beobachtungen zu vermehren, und bey unsern Entwürfen, wenigstens näherungsweise, die Bestimmung von der Geschwindigkeit und Neigung zu begründen. Diese Resultate zeigen ferner, wie unregelmäſsig die Neigung, folglich auch der Abhang der Salzach ist, und den Einfluſs, welchen die sich darin ergieſsenden Wildbäche auf die Lage des Fluſsbettes und auf die Geschwindigkeit des Stromes haben. Wir sehen z. B. daraus: daſs der *Capruner-Bach*, vermöge seiner Vereinigung mit der *Salzach*, den Strom der letztern aufstauet, daher seine Geschwindigkeit und Neigung verringert, und daſs, indem derselbe viel Material in die Salzach führt, dieser ihre Geschwindigkeit und Neigung noch bis *Maier-Einöd* geringer als fluſsaufwärts ist, worauf auch die Zuweite Fluſsbahn noch einigen Einfluſs hat. Sie beweisen daher a) wie nothwendig es zur regulären Vertiefung der Salzach sey: mit ihr die Wildbäche unter einem spitzen Winkel, so viel es der Kosten wegen thunlich ist, fluſsabwärts zu vereinigen; b) die Hochgewässer dieser Wildbäche von den hohen Strom der Salzach mittelst Bauwerken zu trennen; c) die Salzach in solche Profilgrenzen zu beengen, welche den Profilen derjenigen Fluſsbezirke, die auf eine lange Strecke parallele und geradlinigte Ufer haben, gleich sind, und daſs man endlich d) die Hochgewässer der Salzach zwischen Dämmen einschlieſsen müsse, damit der so begrenzte Strom ein hinreichendes Vermögen erhalte, um das Fluſsmaterial fortzuführen, folglich das Bett regelmäſsig zu vertiefen. S. I. B. S. 89. §. 69., S. 214. §. 151., S. 218. §. 155 und S. 569. Ich will daher

jetzt zu den Vorkehrungen, wodurch die Trockenlegung der Sümpfe des Pinzgau-Thales bewerkstelligt werden können, übergehen; zuvor aber noch bemerken: daſs von *Bruck* bis zum Dorfe *Gries* die Geschwindigkeit der Salzach noch mehr abnimmt, bis sie endlich oberhalb Gries kaum 2 ½ Schuh beträgt, wiewohl dieselbe unterhalb gleich um das Dreyfache zunimmt.

§. 126. Die Ursachen der Versumpfung des Pinzgau-Thales bestehen daher ausser denen in den folgenden §§. angeführten.

1) In der hohen Lage der *Salzach* bey dem Dorfe *Gries;* denn hier liegen die Felsmassen sechs bis acht Schuh über den regelmäſsigen (hydrotechnischen) Abhang des Bettes, bey welchem die gröſste Geschwindigkeit des Stromes statt findet. (Siehe I. Band. S. 20 und 210.)

2) In der Profilenge der Salzach bey Gries, wo das Stromprofil nur eine Breite von fünf und siebenzig Schuh hat, wiewohl die Breite des Flusses in den Stellen der regelmäſsigen Bahn, d. i., zwischen parallelen und geraden Ufern Einhundert und zehn Schuh miſst. Dieser enge aus Felsen und einzelnen groſsen Steinmassen bestehende Fluſsbezirk, und dessen hohe Lage, haben demnach wesentlich dazu beygetragen: daſs die Geschwindigkeit des Flusses oberhalb, dergestalt verringert, und die Oberfläche zugleich erhöhet wurde, so daſs die Salzach sich stets über ihre Ufer ergoſs, und auch ihr Gewässer, unterirdisch, in die tief liegenden Sumpfbezirke eintrat, worin sich also das Wasser vermehrte, und daher sich immer weiter ausbreitete, und stets höher emporstieg.

3) Mündet sich der dem Dorfe *Gries* gegenüber liegende Wildbach, *Scheidmoosgraben* *), unter einem rechten Winkel in die *Salzach*, und dieser Wildbach führt so viel groſses Steingerölle und Kies in den Salzachfluſs, daſs dessen Bett stets höher emporsteigt. **) Auf diese Weise wird die Geschwindigkeit des Stromes von der Salzach oberhalb *Gries* dergestalt geschwächt, so daſs sie nur 2 Schuh 6 Zoll in der Secunde beträgt, wiewohl dieselbe in den Fluſsbezirk gleich oberhalb Bruck bis 5 Fuſs, und weiter aufwärts gegen Mittersill, fünf bis sechs Schuh ausmacht; aber auch hier gröſser seyn würde, wenn das Fluſsbett einen regelmäſsigen Abhang hätte. (I. B. S. 71 und 112.)

§. 127. Da nun die Geschwindigkeit oder das Vermögen, womit der Strom die von oben herab kommenden Materialien fortwälzen, und das Bett der Salzach vertiefen soll (um das Wasser der Sumpfbezirke aufzunehmen und fortzuführen), in den obern Fluſsgegenden vermehrt werden muſs, da ferner die Wassermasse, welche

*) Derselbe ist auf der Karte Tab. 103. mit Nr. 5. bezeichnet, und ich habe zur Ersparung des Raumes auf dieser Karte auch die übrigen Wildbäche blos mit Numern bezeichnen lassen. Von den wichtigsten Wildbächen findet der Leser in dem Texte die Benennungen.

**) Also würde die Wegnahme der in dem Salzachflusse bey Gries liegenden Felsen bey weitem nicht so viel nützen, wenn man die Ablenkung dieses Wildbaches unterlassen wollte!

durch ein Stromprofil des obern Flufsbezirkes, in der Secunde abfliefst, je nach der Gröfse der Profile des untern Flufsbezirkes und der vermehrten Geschwindigkeit, vergröfsert wird, (siehe I. B. S. 40., 72 und 200.), folglich die Salzach schneller, als jetzt, strömen mufs, sobald die bey *Gries* aus Felsen und Steinen bestehende Erhöhung des Bettes fortgeschafft, und der den Lauf der Salzach hemmende Scheidmoosgraben von der Salzach weiter abwärts als jetzt getrennt seyn wird, so müssen hier folgende Maafsregeln in Anwendung kommen.

Es müssen 1) die Felsmassen und Steine aus dem Flufsbezirke bey Gries auf eine Länge von 1200 Schuh so tief ausgehoben werden, dafs das Bett des Flusses in seinem regelmäfsigen oder hydrotechnischen Abhange zu liegen kömmt. (Siehe I. B. S. 20.) 2) Mufs die Erweiterung der Flufsbahn von der Salzach bey Gries bis zu einer Breite von 110 Schuh, und zwar auf der rechten Seite bewerkstelliget werden, weil dieses die Weite der regulären Flufsbahn ist. 3) Ist der Wildbach *Scheidmoosgraben*, damit das von demselben abgeführte Steingerölle vermöge seiner spitzwinkligten Vereinigung mit der Salzach von dieser letztern fortgeführt werde, abwärts um einige hundert Schuh zu verlängern. 4) Um den Eintritt des durch diesen Wildbach herabgeführten Steingerölles in dem Flufsbezirke der Salzach bey Gries, folglich die Erhöhung desselben auch in Zukunft zu verhindern, so mufs eine Steinverdammung von der Grieser-Brücke an bis zur neuen Ausmündung des Wildbaches, zwischen demselben und der Salzach, dergestalt aufgeführt werden, dafs sie wenigstens drey Schuh über die Hochgewässer des Wildbaches emporrage. Dieses Separationswerk kann von denen aus dem Salzachflufs bey Gries aufzuhebenden Steinmassen aufgeführt werden. 5) Gleich oberhalb der Brücke bey *Gries* erweitert sich das Flufsbett auf 180 Schuh, folglich ist dasselbe (siehe §. 124.) um 70 Schuh zu weit. Es wird also, nach der Lehre der Hydrometrie, die Geschwindigkeit des Stromes oder das Vermögen, womit er das Flufsbett austiefet, geschwächt; folglich mufs hier ein Bauwerk in die Flufsbahn selbst auf eine Länge von 310 Schuh, dem höchsten Wasserstande gleich, gelegt werden, damit es zugleich das Dorf Gries gegen die Hochgewässer beschütze. S. I. B. S. 566. Dieses Bauwerk bestehe aus einem Faschinenbau, und werde mit grofsen Steinen bedeckt.

§. 128. Eben die oben angeführten Nachtheile, welche bey der Ausmündung des Wildbaches (des Scheidmoosgraben) statt finden, treffen wir auch bey den Wildbächen *Kendlergraben* (Nr. 7.), *) *Kühlgraben* (Nr. 8.) und *Bruckbach* (Nro. 10.) auf dem rechtseitigen Ufer der Salzach, bey dem St. Georgi-Graben (Nr. 9. der Karte) und Hausgraben (Nr. 11.), auf dem linkseitigen Ufer dieses Flusses an. Es müssen daher 1) die Mündungen dieser Wildbäche unter einem spitzen Winkel mit der Salzach vereiniget, und die erstern drey Bäche müssen, vermittelst Steinverdammungen, von diesem Flusse getrennt werden. Die Mündungen der zwey linkseitigen Wildbäche

*) Diese Wildbäche sind auf der Karte Tab. 103, mit eben diesen Numern bezeichnet.

wird man mit, aus Rundhölzern oder Balken bestehenden Schuttgerinnen, leiten, um die Grundstücke zu schonen, weil hier Steinverdammungen die cultivirten Gründe, ihrer Böschungen wegen, einnehmen würden. 2) Sind, im Flufsbezirke zwischen *Unterbruck* und *Gries*, Faschinenwerke aufzuführen, um der Salzach eine reguläre Bahn zu geben, mithin ihres Stromes Vermögen dergestalt zu verstärken, dafs das Flufsbett von dem von oben herabkommenden Material rein gehalten, und Flufsabwärts in dem weit schnelleren Flufsbezirke (unterhalb *Gries)* geführt werde. *) 3) Ist das rechtseitige Ufer der Salzach bey *Kellerhof* so weit abzunehmen, und dann mit einer Steinböschung zu versehen, damit das Flufsbett eine Weite von 110 Schuh erhält, die ihm hier, in Beziehung auf seine reguläre Bahn, zukömmt.

Diese Maafsregeln werden zugleich die Ufer beschützen, und es wird sonach den Angrenzern, welche gegenwärtig diese Ufer erhalten müssen, eine grofse Last abgenommen, und die Flofsfahrt verbessert.

§. 129. Zu den schädlichsten Wildbächen, die sich in die Salzach ergiefsen, ist auch der *Vuscherbach* (siehe die Karte Tab. 103) zu zählen. Dieser Wildbach fällt gegen *Oberhof* daselbst in den Salzachflufs, wo auch der linkseitige Wildbach (Nr. 13.) (Hundsbach) sich darin ergiefst. Beyde Wildbäche, nämlich der Vuscher- und der Hundsbach, verhindern demnach, bey ihren Anschwellungen, den Abflufs der Salzach, und lagern in ihrem Bette das von denselben herabgeführte Steingerölle, vermindern daher auch die Geschwindigkeit der Salzach; und in dem Maafse diese abnimmt, steigt ihr Bett empor. Diese schädliche Wirkung wird noch dadurch vermehrt, dafs beyde Wildbäche rechtwinklicht in den Salzachflufs eintreten. Siehe I. B. S. 89. Sie sind daher eine mitwirkende Ursache zu den hohen Anschwellungen der Salzach, die über dieses Flusses Ufer oftmals getreten sind, und welche die Uferlande in Sümpfe verwandelt haben. Es ist daher leicht einzusehen, dafs die von einem Projectanten vorgeschlagene künstliche Vertiefung der gesammten Salzach, ohne die Wildbäche zweckmäfsiger zu leiten, nur eine Geldverschleuderung sey, und dafs es hier nothwendig ist: auch diese zwey Wildbäche (den Vuscher- und Hundsbach) so weit Flufsabwärts als möglich von der Salzach zu trennen, damit ihr Material von den Gewässern der Salzach fortgeführt werden möge. Zur Erreichung dieser Absicht, ist zwischen der Salzach und dem Vuscherbach ein Faschinenbau, und zwar in der zu breiten Bahn des erstern Flusses, bis zum höchsten Wasserstande, anzulegen, und aufwärts bis zu demjenigen Puncte fortzuführen, wo dieser Bach nicht mehr austritt. **)

*) Diese Bauwerke habe ich in meinem schriftlichen Vorschlage auf einer grofsen Karte angegeben. Auf der Kupfertafel (Tab. 103.) konnten sie ihres kleinen Maafsstabes wegen nicht angezeigt werden. Sie sind so entworfen, dafs sie die Flufsbahn möglichst regelmäfsig machen werden.

**) Die Lage dieses Baues habe ich in der grofsen bey den Acten gelegenen Karte genau angegeben, welches mit allen bey dieser Unternehmung vorgeschlagenen Bauwerken und Entwässerungs-Canälen der Fall ist.

Damit aber der Stromstrich von der Salzach die letzte Abtheilung dieses Baues nicht unterwaschen möge, und von den Hochgewässern des Vuscherbaches nicht überstürzt werde, so sind ihre Böschungen mit grofsen Steinen zu belegen. Auch ein Separations-Werk, welches den *Hundsbach* Nr. 13. von der Salzach trennen soll, ist in der gegenwärtigen zu weiten Bahn der Salzach selbst aufzuführen.

Auf diese Weise wird der Salzachflufs hier eine reguläre Bahn und eine Weite von 110 Schuh erhalten, die ihre Geschwindigkeit, folglich ihr Vermögen, das Material fortzuwälzen, vermehrt, und die Gewässer so wie das Material der zwey genannten Wildbäche werden mit den Strom der Salzach ungehindert abwärts gehen.

Ich kann hier nicht unbemerkt lassen, dafs die Angrenzer gut thun werden, die in der Concave unterhalb Bruck stehenden Pfahlwerke durch einen Faschinenbau zu ersetzen, um ihre Grundstücke und die Strasse gegen den Anfall des Stromes zu sichern.

§. 130. Wir kommen jetzt zu den zwischen dem Zeller-See und der Salzach liegenden Sümpfen, die man das *Filzer-Moos* nennt, und welche den gröfsten Theil des Jahres über mit Wasser bedeckt sind. Da ist der *Zeller-Graben* oder Zeller-Canal, welcher von dem *Zeller-See* anfängt, und in die Salzach, bey der Brücke des Dorfes *Bruck*, sich ausmündet, für die Austrocknung dieses Sumpfbezirkes von der äufsersten Wichtigkeit! Dieser Canal sollte nämlich die Hochgewässer des Zeller-Sees, und die Sumpfgewässer des Filzer-Mooses, in den Salzachflufs so schnell als möglich abführen, und dieselben so viel als möglich erniedrigen. Er bewirkt aber öfters das Gegentheil. Gegenwärtig hat derselbe nämlich drey wesentliche Mängel, a) da dessen Breite, zwischen dem Zeller-See und der Brücke der Dammstrafse, im Mittel 100 Schuh, bey *Fischhorn* 20 Schuh, oberhalb dem Dorfe *Bruck* nur 10 Schuh beträgt, so verengen sich die unteren Profile dieses Canals dergestalt, so dafs sie bey dem geringen Abhange seines Bettes den Abflufs des Wassers nach der Salzach verzögern, welches daher entweder in dem Filzer-Moose stehen bleibt, oder statt in die Salzach bey Bruck einzutreten, sich in den Zeller-See ergiefst. b) Auch findet in diesem Canale eine unbedeutende Geschwindigkeit, selbst beym niedrigen Wasserstande der Salzach, wobey die Neigung des Canals vom Zeller-See bis Bruck die gröfste ist, statt. So betrug z. B. die am 25. September 1811 observirte Geschwindigkeit dieses Canales, von der Brücke der Dammstrafse bis zur Brücke bey Fischhorn, nur $\frac{14}{100}$ Schuh in der Secunde, und von dieser letzten Brücke an bis zur Ausmündung bey der Brücke beym Dorfe Bruck $1\frac{1}{10}$ Schuh, und zwar bey einem Wasserstande der Salzach bey Bruck von 10 Zoll, und des Zeller-Sees von $\frac{1}{8}$ Zoll über den niedrigsten. Der dritte Fehler des Zeller-Canals besteht in dessen geringer Tiefe, welche bey dem niedrigen Wasserstande nur 1 Schuh 4 Zoll bis 8 Schuh beträgt. Die Verbesserungsvorschläge, welche bey diesem Canale, dessen Zweck so wichtig ist, auszuführen sind, bestehen nun darin: 1) Man trenne ihn (unterhalb der

Brücke von Bruck) auf 1300 Schuh, vermittelst eines aus zwey Pfahlwänden bestehenden Bauwerkes, dessen innerer Raum mit Steinen zu füllen ist, von der Salzach; und dieses Werk ist einen Schuh über den höchsten Wasserstand der Salzach zu legen, damit das hohe Wasser dieses Flusses nicht in den Canal seitwärts eintrete, und seinen Abflufs hemme. Dieses Mittel wird also den Abhang, folglich auch die Geschwindigkeit des Zeller-Canals vermehren, indem es den Eintritt der Salzach oder des Hauptrecipienten in ihn verspätet. So wie nun auf diese Weise, die Neigung, mithin die Geschwindigkeit dieses Canals vergröfsert wird, mufs auch die Abzapfung der Sumpfgewässer des Filzer-Mooses und die Abführung der Hochgewässer des Zeller-Sees in die Salzach befördert werden.

Zweytens sind die Profile des Zeller-Canals, gegen Bruck, zu erweitern: um oberhalb seine Geschwindigkeit, folglich den Effect, womit derselbe das Sumpfgewässer und das überflüssige Wasser des Zeller-Sees in die Salzach abzuleiten fähig gemacht wird, zu verstärken. Man gebe daher diesem Canal, von Bruck bis zur Brücke der Dammstrafse, die Breite von 20 Schuh, und dann weiter gegen den Zeller-See die Breite von 40 bis 80 Schuh, und eine trichterförmige Mündung von 300 Schuh. In diesem letztern Bezirke, d. i., oberhalb der Brücke bis zum Zeller-See sind die Ufer des Canals entweder aus einem Faschinenbau oder von Pfahl- und Buschwänden zu machen, weil das Terrain so schwammigt ist, dafs es ohne dieselbe nicht stehen kann. Unterhalb *Fischhorn* aber sind gröfstentheils Pfahl- und Buschwände zu den Ufern des Canals nothwendig, weil bey der Kostbarkeit des Getreidelandes, welches am untern Theil dieses Canals liegt, grofse Erdböschungen nicht nützlich seyn werden.

3) Da der hohe Salzachflufs jetzt von Bruck in den 1766 Tagewerk grofsen Zeller-See durch den Canal eintritt, wenn dieser See etwa drey Schuh über seinen niedrigsten Wasserstand steigt, und derselbe nicht nur allein, sondern auch noch die gleich grofsen zwischen *Caprun* und dem See liegenden Sümpfe, von den Ueberströmmungen der Salzach dergestalt mit Wasser angefüllt und bedeckt werden, dafs zuweilen die ganze Fläche nur ein Wasserbecken bildet, dessen höchster Stand 24 Stunden andauert, ja dafs diese Wassermasse sich neun Schuh 10 Zoll über den niedrigsten Wasserstand der Salzach bey *Bruck* erhebt: so mufs der Eintritt der Salzach-Hochgewässer, in den Zeller-See, durch alle möglichen Mittel verhindert werden. Es ist daher a) an dem linkseitigen Ufer der Salzach, längs dem Filzer-Moos und oberhalb, ein die Hochgewässer dieses Flusses übersteigender Damm anzulegen, b) mufs die Zurücktretung des Salzachwassers von Bruck in dem Zeller-Canal verhindert werden. Dieses letztere wird eines Theils durch die bereits vorgeschlagenen Mittel, und andern Theils dadurch bewerkstelligt werden, wenn man vor der neuen Mündung dieses Canals (bey Bruck) eine aus einem Stemmthore, welches aus zwey, nach der Salzach zu, gegeneinander schlagenden Thorflügeln gemacht wird, bestehende Stauschleuse erbauet.

Die wirkung dieses so verbesserten canals wird darin bestehen: dafs derselbe, vermöge seiner vergröfserten Neigung und Geschwindigkeit so wie der Regulirung seiner Profilweiten, die sumpfgewässer schneller als jetzt abführen und erniedrigen mufs. Ferner wird die bey Bruck zu erbauende schleuse verhindern, dafs die Salzach nicht von unten hinauf in den Zeller-See eintritt, und von da aus sich wieder in das Filzer-Moos ergiefst *) Dieser hohe unten angeführte wasserstand, wobey der Zeller-See die Gegend zwischen demselben und der salzach überschwemmt, beweifst also die Nothwendigkeit, der oben vorgeschlagenen Hülfsmittel, zur Erniedrigung seines Standes, d. i., die Regulirung des Zeller-Canals, die Anlage der Schützschleuse zu Bruck, und die Aufführung eines die Hochgewässer übersteigenden Dammes am linkseitigen Ufer der salzach, welcher zwischen den Dörfern Hummersdorf und Piesendorf anfangen, und oberhalb Bruck endigen mufs.

§. 131. Ehe wir zu den übrigen Austrocknungs-Canälen selbst kommen, wird es nothwendig seyn, die verbesserung von dem Laufe des Salzachflusses und der wildbäche zu erörtern. 1) Unterhalb dem Dorfe *Bruck*, wo ich vorher die salzach verlassen habe, müssen die auf der rechten seite in die salzach hineingehenden zwey Pfahl- und Bretterwände ausgerissen werden, damit die Flufsbahn eine Breite des Profils, welche der Breite in dem regulären Flufsbezirk gegen *Kressenbach*, welche 100 schuh beträgt, gleich sey. Diese Breite ist die Normalbreite der salzach, von Bruck bis zum Capruner-Bach. Es mufs daher die grofse weite der salzach oberhalb der Kressenbacher-Brücke, vermittelst des Faschinenbaues a. b., bis zu dieser Profilweite, beschränkt werden. 2) In diesem Flufsbezirk sind, in gleicher Absicht, noch die Faschinenbauwerke c. d., oberhalb der *Mair-Einöden*-Brücke, anzulegen. Ist auf diese weise der Flufsbahn eine gleichförmige Breite gegeben, und sind die wildbäche, nach diesen vorschlägen mit der salzach spitzwinkelig vereinigt: so wird der strom eine hinreichend grofse Geschwindigkeit erhalten, und nicht nur das von oben herabgeführte Material fortwälzen, sondern auch das Bett dergestalt vertiefen, so dafs die salzach die durch den zeller-canal darin eingeführten, und durch das lockere Erdreich durchdringenden sumpfgewässer aufnehmen mufs. Der Beweis dieses satzes liegt darin: dafs die salzach schon gegenwärtig in dem irregulären Bette mit einer bedeutenden Geschwindigkeit fliefst, die hier im stromstrich über 6,79 schuh ist, selbst bey dem geringen wasserstande, der nicht einmal einen schuh über den niedrigsten beträgt. Man sehe die oben angeführten Resultate der hydrometrischen Messungen.

*) Bis jetzt haben die Hochgewässer der Salzach den Zeller-See dergestalt erhöhet, dafs derselbe, nach den in Zell angezeichneten Wasserhöhen und nach einem am 25sten September 1811 angestellten Nivellement, über den niedrigsten Wasserstand anschwoll: im Jahre 1717 — 6 Schuh 11 Zoll; im J. 1803 — 7′ 6″; im J. 1806 — 8′; im J. 1736 — 8′ 8″; im J. 1678 — 9′ 2″, und im J. 1761 — 9′ 10″.

Das Vermögen der Salzach, womit sie das aus kleinen Kieseln bestehende Material fortführen (s. I. B. S. 100.) und das Bett vertiefen kann, wird aber um das doppelte zunehmen, wenn man ihre Hochgewässer zwischen zwey Dämmen, wie weiter unten vorgeschlagen wird, einschränkt, und indem man die in diesem Flusse eintretenden Wildbächen spitzwinkelig mit denselben leitet, und ihr Material durch Thalsperren den Ausgang aus den Gebirgen, zurück hielt, werden die Ursachen der Erhöhung seines Bettes aufgehoben.

§. 132. Eine andere Ursache der Versumpfungen, die wir zwischen dem Zeller-See und Caprun antreffen, liegt darin:

1.) Der aus den Gletschern der Gebirgskette des Glockner kommende Wildbach *Caprun* fällt bey *e* in den Salzachflufs; seine Geschwindigkeit so wie seine grofse Wassermasse übersteigt öfters die der Salzach, und so wird dann das Gewässer dieses letztern Flusses zurück gestauet. Indem die Geschwindigkeit der Salzach retardirt wird, bleibt das Material in ihrem Bette liegen, welches sich jährlich erhöht, und daher die Hochgewässer über die Uferlande sich nach dem Zeller-See ausbreiten. So war z. B. vor drey Jahren der Caprunerbach so mächtig, dafs derselbe seiner Mündung gegenüber das linkseitige Ufer der Salzach durchbrach, und bey *f* (siehe die Karte) einen wirklichen Grundbruch verursachte, und in den Zeller-See sich ergofs. Ueberall wo er sein kaltes Wasser ausbreitete, das gar keine fruchttragende Theile mitführt, erstarben die Gräsereyen, und noch jetzt sieht man hievon die Spuren! Dieses einzige Factum spricht daher die Schädlichkeit einer Ausleitung des Salzach- und des *Capruner*-Wassers zugleich in die Sümpfe zwischen dem Zeller-See und der Salzach deutlich aus. Wiewohl dasselbe dort bekannt ist, und jeder Oeconom es weifs: dafs man die Gewässer derer aus den Gletschern kommenden Wildbächen nicht um Anschlämmungen oder Bewässerungen zu bewirken, in die Sümpfe einlassen, oder über Wiesen und Viehweiden führen darf: so hat dennoch Jemand neulich den sonderbaren Vorschlag gemacht: den Theil der Versumpfungen des Pinzgaues von Caprun bis zum Zeller-See, mit dem Material des Wildbaches Caprun anzuschwemmen, und dessen Gewässer selbst über die Viehweiden und Wiesen zu führen, worin dieselben austreten, wenn man sie in die tiefe Sumpfbezirke einläfst. Ein Vorschlag, welcher von der oberflächlichsten Ansicht der Gegend und den Grundsätzen der Wasserbaukunde wiederlegt wird: denn überall wo das *kalte Gewässer des Capruner-Baches austritt, sind die Gräsereyen erstorben, oder es sind Sümpfe* entstanden. Eine Thatsache, wovon sich jedermann durch die Besuchung der Gegend zwischen dem Salzachflufs, dem Caprunerbach und Mair-Einöd (Tab. 103. Fig. 1.) überzeugen kann.

Wie schädlich übrigens die Benutzung der aus Gletschern kommenden und über Kalkkiesel fliessenden Wildbäche oder Bergflüsse zu Anschlämmungen und Bewässerun-

gen sey, dies habe ich bereits §. 30. angezeigt, und wird hier bey dem Wildbache *Caprun* recht anschaulich erwiesen!

Zur Begegnung der Einwürfe solcher Personen, die etwa in der Nähe der Gletscher Gräsereyen, Blumen und Futterkräuter angetroffen haben, muſs ich bemerken, daſs auf den Gebirgen die gegen ihre Abhänge anprellenden Sonnenstrahlen wirksam sind, welche den Boden erwärmen, daſs das über diese Abhänge herablaufende Schneewasser noch rein und nicht mit Kalktheilen, wie das Wasser der Wildbäche, geschwängert ist, welches, indem diese Wildbäche in tiefe Thäler strömen, sehr kalt bleibt. Daher denn auch daselbst weder Gras noch Futterkräuter wachsen, wo die aus Gletschern tretenden Wildbäche eine Gegend oft überströmen. Eine Beobachtung, die jedermann in Tirol bestättigt finden wird. Als ich daher den Landleuten im Pinzgauthale damit bekannt machte, daſs Jemand den Vorschlag gemacht habe, den Wildbach Caprun in die Sumpfbezirke zu leiten, so wollten sie dies nicht glauben, weil derselbe zu sonderbar sey; auch erklärten sie sich, die Ausführung desselben auf alle mögliche Weise zu hindern, und ihre Beschwerden vorzubringen, wenn sie sähen, daſs es damit Ernst werde!

§. 133. Damit nun der Capruner-Wildbach den Salzachfluſs mittelst seiner fehlerhaften Ausmündung in seinem Laufe nicht aufhalte, und die Hochgewässer dieses Baches nicht mehr in das *Filzermoos* einfallen mögen, so muſs dessen Ausmündung 1430 Schuh abwärts, mittelst eines Faschinenbauwerkes, verlängert, und von dem Salzachflusse getrennt, die Breite des letztern aber zu 100 Fuſs gelassen werden, als welche in diesem Bezirk die Weite dieses Flusses in parallelen Ufern, und in der geradelinigten Bahn ist. Diese Separation der zwey Gewässer wird die Geschwindigkeit vermehren, indem sie die Neigung befördert, und den in §. 131. aufgestellten Maximen so wie den Lehrsätzen B. I. S. 218. entspricht. Sie muſs daher zur Vertiefung des Bettes, folglich zur Senkung der Oberfläche beyder Flüsse beytragen, d. i., einen Effect hervorbringen, der zur Trockenlegung der Uferlande ein nothwendiges Erfodernifs wird.

§. 134. Insofern die Wildbäche den Hauptrecipienten, das ist hier der Salzachfluſs (während ihren Anschwellungen) alsdann gleichsam mit ihrem Material verstopfen, wenn sie sich nicht unter einem sehr spitzen Winkel mit ihm vereinigen: so müssen von Caprun an, fluſsaufwärts, alle Wildbäche unter einem spitzen Winkel mit dem Salzachfluſs, entweder mittelst Faschinen-Pfahlbauten, mit Steinverdammungen, oder endlich mittelst hölzernen Schuttgerinnen (S. S. 242.) vereinigt werden, damit die Hochgewässer dieser Wildbäche das von denselben abgeführte Material in dem Bette der Salzach fortwälzen, und die Geschwindigkeit seines Stromes nicht retardiren, folglich dessen Austritt über die Ufer nicht erleichtern, sondern vielmehr zur Vertiefung der Salzach mitwirken. Wo die Schuttgerinne nothwendig sind, das zeigt jedes Local, weil sie über flaches Terrain geführt werden müssen.

§. 135. In der salzach selbst sind aber keine neue uferbauwerke weiter aufwärts anzulegen, als nur die bestehenden von den uferbewohnern zu verbessern und zu erhalten, wozu dieselben verbunden sind. Sie hat nämlich eine ziemlich reguläre Bahn.

§. 136. Wiewohl der Abhang und die Geschwindigkeit der salzach sehr bedeutend ist, indem die letztere zwischen Mittersill und Bruck, d. i., auf eine Länge von 83190 schuh, 5,07 schuh in der secunde beträgt, (man sehe die §. 126. mitgetheilten Resultate der Geschwindigkeitsmessungen) wenn der wasserstand nur 5 zoll über den niedrigsten steht, und die Neigung sich zur Länge wie 1 : 854 verhält, so konnten doch bis jetzt die Hochgewässer das Fluſs-Materiale nicht fortwälzen. Es haben nämlich die flachen ufer, welche nur 3 bis 6 Fuſs, 11 zoll über den niedrigsten wasserstand des stromes liegen, die Hochgewässer nicht in der Fluſsbahn erhalten können, weil der höchste stand der salzach bey *Mittersill* 6 Fuſs, 11 zoll, bey *Niedersill* 7 Fuſs, und bey *Bruck* 9 Fuſs, 10 zoll über den niedrigsten gestiegen ist. Sonach muſsten dieselben seitwärts auf die uferlande sich ergieſsen, welche in einem und demselben Querschnitte des Thales niedriger als die salzach liegen. Hierdurch wurde nun die Geschwindigkeit in der Fluſsbahn geschwächt. S. I. B. S. 568. So wie aber diese abnahm, muſste das Bett sich immer mehr erhöhen, und so wie dieses emporstieg, traten die Hochgewässer früher aus. Es wechselten daher, welches so oft bey physischen Gesetzen der Naturkräfte der Fall ist, die ursachen und wirkungen! Daher entstanden denn diese ungeheuern versumpfungen, und es war bey dem Mangel der Entwässerungs-Canäle und bey dem umstande, daſs die wildbäche sich nicht spitzwinklicht mit der salzach vereinigten, sehr natürlich, daſs das Bett dieses Flusses von zeit zu zeit höher ward, und die versumpfungen sich vergröſserten, zumahl der Eintritt des sumpfwassers in die salzach versperrt war. Diese Darstellung und der umstand, daſs die sümpfe unter der oberfläche der salzach liegen, macht demnach die vorsicht nothwendig, alle auf der Karte Tab. 103. punctirten Entwässerungs-Canäle, so viel fluſsabwärts als möglich, oder als die Lage der sümpfe gegen die oberfläche der salzach, es erfordert, zu verlängern, um ihren Abhang, Neigung und Geschwindigkeit, folglich das vermögen, die sumpfgewässer an sich zu ziehen, zu vergröſsern, das ist, die Austrocknung der sümpfe zu bewirken.

Hieraus geht demnach hervor, daſs kein vorschlag so sehr den Grundsätzen der Fluſsbaukunde entgegen ist, als derjenige, welcher von Jemanden gemacht wurde, und darin besteht, daſs man das salzach-Bett von Gries bis Mittersill regelmäſsig durch Maschinen und sandpflüge vertiefen müsse, als wenn hiedurch die hier aufgestellten ursachen, welche die Erhöhung des salzachbettes hervorgebracht haben, entfernt würden! Gesetzt, man hätte die salzach hundert schuh vertieft, würden alsdann nicht die sich jetzt in diesem Flusse fehlerhaft einmündenden wildbäche

bey dem ersten Gewitterregen diesen Raum wieder ausfüllen, und würde alsdann die über ihre flachen Ufer sich ergiessende Salzach ein hinreichendes Vermögen zur Vertiefung ihres Bettes ausüben können. Kurz, wer in der Physik glückliche Resultate hervorbringen will, muſs die Ursachen des Uebels entfernen.

§. 137. Bey dieser angeführten Localbeschaffenheit muſs demnach die Absicht des Ingenieurs dahin gehen: die gesammte Wassermasse der Wildbäcbe und der Salzach (nach der Vereinigung) zwischen zwey Dämmen einzuschränken, folglich derselben ein hinreichendes Vermögen geben, womit sie die Vertiefung des Fluſsbettes bewirken kann. Schon jetzt haben die Uferbewohner da, wo das Terrain niedrig ist, in dem gesammten Pinzgauthal, auf beyden Seiten des Flusses und in dessen Nähe, Dämme angelegt, welche aber 1 bis 3 Schuh *unter* dem höchsten Wasserstande liegen, daher nur eine unbedeutende Wirkung ausüben. Diese Dämme sollten demnach von den Angrenzern zwey Schuh *über* den höchsten Wasserstand, folglich 3 bis 5 Schuh erhöht, und nach der Neigung des Flusses mit ihrer Krone gelegt werden. Also sind die niedrigen Ufer der Salzach eine wesentliche Ursache der Moräste, weil der Strom seitwärts austratt, und das von ihm mitgeführte feinere Materiale, womit derselbe in seinen obern Schichten geschwängert war, die Ufer erhöhete, und das klare Wasser in die Bezirke, welche jetzt Sümpfe sind, abfloſs. Je mehr nun die Ufer selbst sich erhöheten, und das Fluſsbett empor stieg, desto gröſser wurden die Sümpfe, welche relativ niedriger wurden. (S. I. B. S. 569.)

Um die Lage der Krone von diesen Dämmen zu bestimmen, muſs man zwey Schuh über die zwey Puncte, welche die höchsten Wasserstände bey Mittersill und Bruck, bis jetzt erreicht haben, eine Linie auf dem Niveau-Plan ziehen, und zwar auf ein genau vorgenommenes und nach einem groſsen Maaſsstabe (nach dem Developpement der Fluſsbahn) aufgetragenes Nivellement. Die Profilweiten zwischen diesen Dämmen müssen in Beziehung auf die Wassermassen, welche fluſsabwärts sich vergröſsern, wenigstens doppelt so groſs seyn, als die Breite der Fluſsbahn miſst. S. I. B. S. 570.

Da die Geschwindigkeit der Salzach bereits gegenwärtig der Geschwindigkeit von den schnellen Flüssen gleich kommt, so ist gar kein Zweifel an dem glücklichen Erfolge, d. i., an der Vertiefung des Fluſsbettes, sobald die Wassermasse in determinirte Ufer, das ist, zwischen Dämmen, fliessen wird. Hiezu kömmt noch, daſs die mehresten Wildbäche dieses Thales ausser dem Caprun und einige andere, wenig Kiesel, wohl aber viel Thonschiefer, der sich leicht untereinander zerreibt, in die Salzach einführen, weil die mehresten Kiesel auf den Schuttkegeln, am Ausgang der Thäler, worin diese Wildbäche fliessen, liegen bleiben. *)

*) Die Schuttkegel bestehen ans dem Gerölle der Wildbäche, oder dem bey starken Regengüssen aus den Bergschluchten kommenden Steingerölle, das sich an den Ausgängen dieser Thäler auszubreiten Gelegenheit findet, und sich daher an denselben lagert, indem es von starken Regengüssen aus jenen Schluchten

Daher kömmt es denn, daſs der Salzachfluſs oberhalb dem Capruner-Bach viel feines, aber wenig grobes Material mitführt; es ist sonach die Vertiefung ihres Bettes von den vorgeschlagenen Maaſsregeln zuverläſsig zu erwarten.

§. 138. Ausser der Räumung des Flusses bey Gries, wovon bereits im §. 127. gesprochen worden ist, ist daher nur eine einzige Stelle — unterhalb *Niedersill* an der Humersdorfer-Brücke, wo groſse Steine liegen, die das Fluſsbett erhöhen, und die Herabrollung des übrigen Materials stören — mit Maschinen zu vertiefen. Die übrige Vertiefung des Fluſsbettes kann der Ingenieur dem Angriff des zwischen den Dämmen einzuschränkenden und auf die bestimmte Breite zu regulirenden Stromes, überlassen, weil derselbe schon jetzt eine bedeutende Geschwindigkeit (§. 126.) hat, und dann mag derselbe, bey mittlern Wasserständen, den Sandpflug oder groſse durch das Bett (mit Pferden) zu schleppende Anker, zu Hülfe nehmen, um den Grund aufzulockern.

§. 139. Ein anderes Hinderniſs, welches jetzt die Geschwindigkeit der Hochgewässer von der Salzach schwächt, und das Fluſsmaterial zurück hält, besteht in den engen Jochfeldern der auf diesen Fluſs stehenden Brücken. Vor den Jochen legt sich nämlich Strauchwerk, und die Joche selbst erheben die Oberfläche des Stromes, indem sie eine Störung seines Laufes verursachen, treiben ihn daher seitwärts über seine Ufer, und sind sonach eine mitwirkende Ursache der Ueberschwemmungen. Die Joche dieser Brücken sollten also wenigstens auf 40 Schuh Entfernung stehen. Einige Gemeinden werden nicht vermögend seyn, sogleich die Veränderung dieser Brücken zu bewerkstelligen: es wird daher denselben ein Beytrag zu geben seyn.

§. 140. Sumpfbezirke, die niedriger als die Oberfläche des längs demselben strömenden Flusses liegen, können auf dreyerley Weise ausgetrocknet werden: *a*) wenn der Hauptstrom sehr viel fettes Material führt, sein Wasser nicht über Kalkfelsen, noch aus Gletschern oder Moorgegenden kömmt, folglich eine düngende Kraft besitzt, und derselbe dergestalt in die Sumpfbezirke geführt werden kann, daſs er einen Bodensatz absetzt, so mag man die Austrocknung vermittelst Anschlämmung bewerkstelligen, wie dieses im §. 36. gelehrt ist; *b*) die Austrocknung kann durch Schöpfmaschinen, und endlich *c*) durch Austrocknungs-Canäle, denen man eine solche Länge geben muſs, damit sie von dem Sumpfbezirke angerechnet, bis zu ihrer Ausmündung in den Recipienten oder dem Hauptfluſs, einen hinreichenden Abfluſs erhalten, und die Sumpfgewässer nicht nur allein in diesen Fluſs führen, sondern auch aus dem Sumpfbezirke selbst abziehen, d. i., an sich schlürfen.

herabgeführt wird. Dieses Gerölle bildet die Form eines halben Kegels, dessen Spitze der Bergschlucht zugekehrt ist. Auf einem solchen Schuttkegel liegen z. B. die Dörfer Fürt, Piesendorf, Caprun u. m. Dörfer des Pinzgau-Thales. Sie sind auf der Karte (Tab. 103.) in Form der Bergrücken, die sie bilden, gezeichnet.

Die erste Methode ist im Pinzgauthal nicht anzuwenden, weil die Gebirgswässer aus den Gletschern kommen, und die Hochgewässer zu lange in den Sumpf- und Wiesenbezirken stehen bleiben müssen, folglich auch noch dadurch die guten Wiesen in Sümpfe verwandeln würden. Die zweyte Methode würde Millionen kosten. Es bleibt daher die dritte übrig. Die Aushebung der auf der Karte (Tab. 103.) mit Puncten bezeichneten Austrocknungs- und Entwässerungs-Canäle sind dergestalt gezogen: dafs sie den möglich gröfsten und in Beziehung auf die Lage des Salzachbettes hinreichenden Abhang erhalten, mithin die Sumpfgewässer aus den Morästen ausziehen, und in den Salzachflufs einführen. Einige davon, wie z. B. der Graben Nro. II., führen nur die Berggewässer, welche sich über die Wiesen ergiefsen, und solche verderben, ab s. §. 132.; andere sind allein zur Austrocknung der Sümpfe bestimmt.

Einige nehmen zugleich das Wasser und Material der Wildbäche auf, und verbessern so die sehr schädliche rechtwinklichte Vereinigung dieser Wildbäche mit der Salzach.

Da der untere Theil des Zeller-Canals, zwischen Fischhorn und Bruck, nicht Breite genug hat (s. §. 130.), um das Wasser der Gräben Nro. I. III. und XIV. abzuführen, so ist für dasselbe ein eigener Canal parallel mit dem Ende desselben von g bis oberhalb dem Dorfe Bruck auszuheben.

Die Länge dieser sämmtlichen Canäle von Steinbach bis Bruck, das ist, in dem ganzen Pinzgauthal, beträgt 35621 $\frac{5}{10}$ Klafter, der Cubikraum 33197 $\frac{6}{10}$ Cubikklafter. Sie sind in drey Classen getheilt, und die Aushebungskosten betragen 17254 fl. 42 kr. Die erstere Classe soll nämlich eine obere Breite von 14, die mittlere von 9, und die letztere von 6 Schuh erhalten; ihre mittlere Tiefe soll fünf Schuh betragen. Alle diese Gräben sind, bey meinem Entwurfe, so gezogen und so weit in die Salzach und dem Zeller-Canal abwärts geführt worden, dafs sie in Beziehung der Lage des Sumpfwassers und der hydrotechnisch regulären Neigung (siehe I. B. S. 20.), von der Salzach einen solchen Abhang erhalten, bey dem sie das Sumpfwasser ableiten können!

§. 141. In so fern einige Wildbäche viel grobes Material in den Salzachflufs führen, und die von ihnen ausgeworfenen Schuttkegel, fruchtbare Fluren (z. B. bey Mittersill) überschütten, so müssen in den Thälern, woraus sie hervortreten, solche aus Balkenwänden oder Felsmassen anzulegende Thalsperren, die ihren Lauf brechen, und das Material zurück halten, (s. S. 242. und I. B. S. 221.) angelegt werden.

§. 142. Sollte es in der Folge, wegen der niedrigen Lage einiger Sümpfe, nothwendig werden, das feine Material des Salzachflusses (oberhalb dem Capruner-Bach) in die Sümpfe auf einige Zeit einzulassen, so kann man in dem einen oder andern Damm dieses Flusses einen aus Balkenwänden bestehenden mit Balken zuzulegenden Einschnitt (s. §. 44.) machen.

§. 143. Diese meine vorschläge, deren Ausführung ohne, die in dem zeitraume von drey Jahren, worin ich die Austrocknung bewerkstelligen wollte, von den Angrenzern leicht zu bestreitende Natural-Concurrenz von vier Arbeitstagen im Jahr, und der Abgabe des Holzes, welches jetzt keinen werth hat, zu rechnen, werden die summe von 66500 fl. kosten. Sie werden eine vollständige Trockenlegung von zehn tausend Tagwerken bewirken, und den zustand von neun tausend Menschen, der über alle Beschreibung elend ist, verbessern. Wie unzureichend aber das oben §. 132. erwähnte Project, wonach das Material des Capruner-Baches, mithin seine aus den Gletschern kommenden Gewässer eine zeit lang in das Filzermoos eingelassen werden soll, für die Trockenlegung der vielen im Pinzgauthal befindlichen sümpfe, so wie das zweyte Project, nach welchem blofs der salzachflufs vertieft werden soll, ist, dies glaube ich hinlänglich bewiesen zu haben, selbst dann noch werden die Projecte unzureichend seyn, wenn man auch bey Gries die sprengung und Aushebung der Felsen vornimmt. Bey dem erstern bleiben ja alle oberhalb dem Capruner-Bach liegenden sümpfe, was sie sind, wenn auch dieser Bach das zur Anschwemmung des Filzermooses erfoderliche gute Material mit sich führte, und bey dem letztern werden eben so wenig die ursachen von der Erhöhung des salzachbettes, entfernt. Auch bey diesen sonderbaren Projecten wird weder für den Austritt oder die Eindeichung der salzach, d. i., für die verstärkung des vermögens ihres stromes, in Hinsicht der vertiefung ihres Bettes, weder für die senkung ihrer Oberfläche, noch für die Ableitung des in die weit tiefer als die salzach liegenden sumpfbezirke eingetretenen oder bereits stehenden wassers, gesorgt; mithin ist so viel als nichts dabey berücksichtiget worden!

§. 144. Bey Entwürfen, im Gebiete der wasserbaukunde, wobey die mächtige Natur ihre Rolle spielt, helfen auch alle Einwirkungen und persönlichen Rücksichten, alles Lärmschlagen und alle Intriguen nichts, sondern wer glückliche Resultate hervorbringen will, mufs ihre Gesetze studiren, und diese anzuwenden verstehen, sonst rächt sich über kurz oder lang diese Natur! Möge dies also stets beherzigt werden, und möge diese Abtheilung dieses werkes zum glücklichen Erfolg solcher unternehmungen beytragen, dann wird meine Arbeit hinreichend belohnt seyn! Mit diesem wunsche schliefse ich dieselbe, und gehe zu einer andern über, die, zum Theil, mit ihr in verbindung steht.

SECHSTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

THEORETISCH-PRAKTISCHE MASCHINENKUNDE

IN SO FERN

DIESELBE VON DER AUSTROCKNUNGS- ENTWÄSSERUNGS- UND BEWÄSSERUNGSKUNDE, SO WIE AUCH VON DEM HAFEN- WEHR- SCHLEUSEN- BRÜCKEN- UND CANALBAU, UND ENDLICH VON DER SCHIFFBARMACHUNG DER FLÜSSE IN ANSPRUCH GENOMMEN WIRD.

EINLEITUNG.

§. 1.

Mit der Anwendung der Maschinen geht es wie bey so manchen andern Kunstanlagen: die zusammengesetztesten müssen nämlich öfters dem einfachsten und bekanntesten Verfahren nachstehen. Zum ganz sichern Anschlage des *ökonomischen Effectes* der Schöpfmaschinen fehlt es uns noch bis jetzt an hinreichenden Beobachtungen, *) mit deren Hülfe wir im Stande wären, vollständige Theorien zu begründen. So lange aber die Wirkung der Maschinen von den Resultaten der Theorien gänzlich abweicht, sind wir nicht berechtigt, diese letztern für genugthuend auszugeben; vielmehr sind sie in manchem Betrachte nachtheilig, weil einige angehende Baukundige nach ihnen rechnen, da sie von berühmten Mathematikern aufgestellt sind. Es ist daher durchaus nothwendig: daſs z. B. auch bey den Schöpfmaschinen auf alle Umstände, die bey ihrem Gebrauche und ihrer Wirkungsart vorkommen, mit Sorgfalt geachtet werde, ehe man es sich nur einfallen läſst: eine Theorie dafür aufzustellen, die unter allen Umständen empfohlen werden kann. Ich werde daher auch in diesem Abschnitte über den Effect der Maschinen einige Beobachtungen mittheilen, welche die Unvollständigkeit einiger bisher bekannten theoretischen Lehren beweisen. Vielleicht entsteht dadurch der günstige Umstand: daſs man, hie und da, Beobachtungen über diese Maschinen anstellt, und endlich sich in den Berechnungen der praktischen Wahrheit nähert. Auch ist es ein für die *Wasserbaukunde*, so wie für

*) Unter den *ökonomischen Effect* einer Maschine verstehe ich die Wirkung von dem, was sie leistet. Bey einer Schöpfmaschine ist daher derselbe, die aufgeförderte Wassermenge, in Beziehung auf die Förderungshöhe; bey einer Kornmühle ist es die Menge Mehls, in Beziehung auf den Fall des Gerinnes vom unterschlächtigen Wasserrade und der Fallhöhe von dem das oberschlächtige Rad in Bewegung setzende Wasser und dessen Volumen; es versteht sich, immer in einem gewissen Zeitraume.

die angewandte Mathematik im Allgemeinen, sehr ungünstiges darin bestehendes Vorurtheil: dafs mehrere die Theorie dieser vorzüglich auf Beobachtungen und Erfahrung, so wie auf die Kenntnifs von den Kräften des fliessenden und stark bewegten und fallenden Wassers, der Menschen und Thiere, so wie des Windes, auf eine günstige Wahl der Bauconstructionen und vielen andern Einwirkungen, beruhende Wissenschaft, also auch den Theil der zu ihren Gebiete gehörigen Maschinenkunde, in einem auf blofse Hypothesen beruhenden Calcul gesucht haben. *)

Die *Theorie*, von dem griechischen Worte θεωρητικη abgeleitet, ist aber eigentlich diejenige Wissenschaft, welche die Maximen eines wissenschaftlichen Verfahrens erklärt, die zum glücklichen Erfolg führenden Mittel lehrt, und diese gehörig durch Beweise begründet. Die Römer bezeichneten sie mit dem Worte ratiocinatio oder ars contemplativa, und die Franzosen verstehen darunter contemplation et méditation profonde. Die Theorie lehrt also allgemeine Wahrheiten oder Maximen.

Die *Praktik* (Ausübung), ist die zweckmäfsige Anwendung dieser Lehren bey der Ausführung; die Bekanntschaft mit den bisher glücklich angewendeten Bauconstructionen aller Art; und die zweckmäfsige Auswahl dieser letztern, sowohl in Hinsicht der bauwissenschaftlichen Zwecke als der Stärke, Dauer und Oeconomie, zuweilen auch der Eleganz und Harmonie der einzelnen Theile eines Bauwerkes, wie z. B. beym Brückenbau!

Man sieht daher, wie nothwendig dem Ingenieur die Vereinigung der Theorie mit der durch Raisonnement begründeten Praxis ist. Seine praktischen Kenntnisse müssen aber bey weitem nicht allein aus seiner eigenen *Erfahrung* bestehen, denn da würden sie sehr eingeschränkt seyn, sondern vielmehr aus der Erfahrung aller Völker und aller Jahrhunderte, so weit es ihm möglich ist, sich damit bekannt zu machen, und diese Erfahrung wird er sich, wie ich mir schmeichle, zum Theil, aus diesem Werke aneignen können. Es sind daher diejenigen sehr irrig daran, welche einem solchen Werke, worin nicht viele Formeln stehen, die Theorie absprechen. Also mufs diejenige von der Maschinenkunde, durch wirkliche Resultate bestätiget werden, und der Ingenieur, welcher darin eine glückliche Unternehmung zu Stande bringen will, mufs sowohl die Theorie kennen, als mit der Construction der Maschinen, ihrem ökonomischen Effecte und den Wirkungen derjenigen Kräfte, die ihm zu ihrer Bewegung zu Gebote stehen, bekannt seyn, so wie die einzelnen Theile der Maschinen anzuordnen wissen.

Von diesen Grundsätzen ausgehend, werde ich auch in dieser Abtheilung der Wasserbaukunst, wirklich ausgeführte Maschinen beschreiben, ihre Construction durch genaue Zeichnungen erklären, ihre ökonomischen Effecte mittheilen, und nur dann eine theoretische Berechnung über diese letztern anstellen, wenn sie von der Wirkung der Maschinen unbedeutend abweicht; oder um das Mangelhafte der bisherigen theoretischen Lehren zu beweisen.

*) Auf die Wasserbaukunde kann man die Worte Fontenelle's anwenden; er sagt: Les plus difficiles de tous les arts sont ceux dont les objets sont changeans, qui ne permettent pas aux esprits bornés l'application commode de certaines régles et qui demandent à chaque moment les ressources naturelles et imprèveus d'un genie heureux.

ERSTES KAPITEL.

Von der construction und wirkung der zur Hebung des wassers, vorzüglich zur Trockenlegung der Baustellen oder Baugruben, zur Austrocknung, Entwässerung und Bewässerung grofser Landesbezirke dienenden Maschinen.

§. 2.

Einfacher und ökonomischer als der Gebrauch der Maschinen zur Ausschöpfung des wassers aus einer Baugrube ist die Ableitung des wassers durch Gräben, Röhren oder Rinnen. Diese Ableitung kann beym Bau solcher werke, die einen künstlichen Fall bilden sollen, als z. B. bey Kammer-schleusen und wehren, statt finden, weil man hier den Ableitungs-Rinnen einen Abhang geben kann. Zuweilen wird auch das wasser vermittelst zwey spitzwinkelig zusammen stossender Plankenwände, die nach Art eines Schneepfluges gestaltet sind, von *einem Theile eines Baues* abgeleitet. So kann z. B. bey Bedielung eines mit steinen gefüllten Rostes verfahren werden. Man transportirt dann diesen Abweiser von einem Theile des Baues zum andern; und eine solche vorrichtung ist bey der Bedielung des Rostes von dem Sturzbette des Landshuter-wehres (Tab. 102.) gebraucht worden. Sie dient jedoch nur, wegen ihrer geringen Höhe (von etwa 12 bis 36 zoll), und ihrer Leichtigkeit, hinter einer solchen Haupt-Abdammung, welche das hohe wasser vom Bau abhält, aber nicht ganz dicht ist, folglich noch wasser durchläfst. Dieses wasser wird dann mittelst dieser vorrichtung von dem Baustücke, welches man bedielt, abgeleitet. Man kann auch ikren mittlern Theil, welcher die verbindung der zwey wände ausmacht, mit steinen beschweren, um dieselbe gegen den Andrang des wassers zu sichern, und ihr so einen festen stand zu geben.

§. 3. Die Methode, das wasser mit Handeimern auf eine gewisse Höhe zu bringen, ist sicher eines der ältesten verfahren. Dieselbe ist auch alsdann den bekannten schöpfmaschinen vorzuziehen, wenn es an Arbeitern nicht fehlt; die auszufördernde wassermasse nicht grofs, und die Höhe, worauf sie gehoben wird, (die Förderungshöhe) nicht über $5\frac{1}{2}$ schuh ist. Bis zu dieser Höhe kann nämlich ein rüstiger Arbeiter in der Minute $1\frac{1}{2}$ cubikschuh wasser, mit dem Handeimer, aufgiefsen. Auf 3′ Höhe $2\frac{1}{2}$; auf 2′ Höhe aber 3, und auf $1\frac{1}{2}$ Schuh Höhe, beynahe $3\frac{3}{4}$ cubik-

schuh; wenn sich die Arbeiter alle zwey Stunden ablösen, und dieselben im Wasser, nicht aber auf einem Flosse, worauf sie sich bücken müssen, stehen. *)

Findet man es daher, der geringen Wassermasse wegen unnöthig, Maschinen zum Ausschöpfen zu gebrauchen, so kann dasselbe in eine auf Holzbänken gelegten Rinne geschehen; entweder mit hölzernen, blechernen, ledernen oder mit von weiden geflochtenen Handeimern; die etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{2}{5}$ Cubik-Schuh Wasser fassen. Selbst in dem Falle, wenn die Höhe, auf welcher das Wasser aufgefördert werden soll, $5\frac{1}{2}$ Schuh übersteigt. Das ist, wo zwey und mehrere Reihen Arbeiter stehen müssen, kann sich der Eimer bedient werden. Nämlich in den Fällen *a)* wenn es nicht an Arbeitern fehlt, und *b)* die zu gewältigende Wassermasse nicht zu groſs ist, um zur bestimmten Zeit ausgeschöpft zu seyn. Daſs sodann auch noch zur Beförderung der Arbeit für jeden Arbeiter ein Eimer gegeben werden muſs, versteht sich von selbst.

Das Ausschöpfen mit Eimern ist besonders daselbst anwendbar, und den Maschinen vorzuziehen, *a)* wo diese des Raumes wegen nicht gestellt werden können, d. i., wenn ein kleines Wasserbecken ausgeschöpft werden muſs, welches beym Bau derjenigen Werke, die an der See aufgeführt werden, an denen während der Ebbe gearbeitet wird, ein Fall, der bey der Grundlegung der Docken zu Brest eintratt, (s. S. 155.), wo man sich statt der Wurfschaufeln auch der Eimer hätte bedienen können. *b)* Die Eimer sind ferner anzuwenden, wo das auszuschöpfende Wasser viel Sand und Schlamm führt, wodurch die Maschinen verdorben werden, und ins Stocken gerathen.

Ueberhaupt ist nach den vielfältigen Erfahrungen das Ausschöpfen mit Eimern dem *Zellenrade* (Fig. 6 u. 7. Tab. 88.), der in einem Mantel eingehüllten Wasserschnecke (Fig. 39. Tab. 91.), und der Wasserwippe (Fig. 11. Tab. 88.), vorzuziehen, wenn das Wasser nur $5\frac{1}{2}$ Schuh hoch aufgefördert werden soll. Nach dem vorne angemerkten ökonomischen Effect oder einigen auf dem jedesmaligen Local anzustel-

*) Nach den Ouvres von Perronet Tom. II. pag. 21. wurde, beym Bau der Brücke zu Orleans, auf eine Höhe von 5 1/2 Schuh in einer Minute ein Cubik-Schuh Wasser aufgeschöpft, und auf 3 Schuh Höhe ungefähr zwey Cubik-Schuh. Nach *Eytelweins* praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst, soll ein Arbeiter bey einer stundenweisen Ablösung auf einer Höhe von drey Schuh, fünf Cubik-Fuſs aufgieſsen. Bey zwey Reihen Arbeiter, die die leeren und vollen Eimer einem dem andern sich wechselseitig zureichen, kann ein Arbeiter auf drey Schuh hoch in der Minute zwey Cubik-Schuh ausschöpfen. Ueberhaupt muſs ein vorsichtiger Baumeister bey der Berechnung des Effectes aller solcher Maschinen und Arbeiten, welche durch die Kräfte der Menschen und Thiere in Bewegung gesetzt werden oder geschehen, den ökonomischen Effect nur nach angestellten Localversuchen, in seinem Anschlage, aufnehmen, weil derselbe von der Gewandtheit der Menschen und von der Stärke des Zugviehes abhängt. Wird diese Regel beobachtet, so werden wir nicht mehr so viele niedrige Bauanschläge erhalten, und die Ausübung wird in kurzer Zeit mit einer Menge brauchbaren Erfahrungen, die dann im Lauf der Arbeit mit gröſsern Resultaten zu berichtigen sind, bereichert werden. Ja! die Regierungen müssen die auf solchen Versuchen verwendeten Kosten als nothwendig und sehr nützlich betrachten.

lenden versuchen; der bekannten wasserhöhe der auszuschöpfenden wassermenge; und der zeit, in welcher die ausleerung der baustelle vollzogen seyn mufs, läfst sich die anzahl der arbeiter bestimmen. Vorausgesetzt, dafs dieselbe auf der schöpfstelle raum zum arbeiten hat; wo nicht, so mufs die zeit verlängert werden. Wiewohl nun diese methode sehr einfach ist, und, während sie bewerkstelligt wird, keine stöhrung, wie das ausschöpfen der maschinen, wenn solche brechen, leidet, so findet man dennoch häufig statt derselben schaufel- und paternosterwerke (fig. 21 und fig. 25. tab. 91.) angewendet; selbst bey geringen bauunternehmungen! Dies verfahren läfst sich schwerlich anders als durch eigendünkel der bauführer erklären, weil ihnen das ausschöpfen mit eimern zu einfach ist, daher dem gaffenden zuschauer nicht auffällt noch dessen bewunderung erregt, um die mancher mehr geitzt, als um die billigung des wahren kenners.

§. 4. Zu den einfachsten werkzeugen, deren man sich zum wasseraufwerfen bedient, mufs auch die *wurf*- oder *gufsrinne*, die auf grofsen bleichereyen im gebrauch ist, gezählt werden. Vorzüglich ist dieselbe bey wiesenbewässerungen gut anzuwenden, wenn der wassergraben nicht höher als die wiese selbst liegt. Mit dieser aus einem stück holz ausgestemmten oder gehölten und stark gekrümmten, etwa 6 zoll breiten und 6 schuh langen gufsrinne, die an einem drey schuh langen stiel befestigt ist, kann das wasser hundert schuh weit geworfen werden. Ihre seiten sind gleich hoch. Unten ist sie rund, am stiel aber weiter, welches des geraden und besseren gusses wegen nöthig ist. Die schöpfseite ist vorne mit eisenblech viermal gebunden.

Nirgend habe ich diese gufsrinne als im herzogthum *berg* angewendet gefunden, wo sie *gütte* heifst. Aber nirgend sind auch wohl die bleichereyen besser eingerichtet, als in diesem fabriklande, dessen commerz- und fabrikzustand aus meinen beyträgen zur churpfälzischen staatengeschichte (bey schwan und götz in mannheim) entnommen werden kann.

§. 5. Zu den *schöpfwerkzeugen* gehört auch die *wurfschaufel* und *schwungschaufel*.

Die erstere ist gewöhnlich von holz mit einem drey schuh langen stiel, und hat die form der kornschaufel in den scheunen, nur dafs sie mit höhern rändern versehen ist. Ein fleifsiger arbeiter kann mit der wurfschaufel über eine abdammung von drey schuh höhe, in einer minute 6 bis 7 cubik-schuh wasser werfen. Die abdammung mufs jedoch so schmal als möglich gemacht werden, damit der wurf erleichtert werde.

Die *schwungschaufel* fig. 18. tab. 91. ist entweder aus holz oder aus blech gemacht, hängt an einem transportabeln gerüste, welches aus drey oder vier stehenden richtbäumen besteht, *) damit wird das wasser drey bis fünf schuh hoch ge-

*) Bey vier richtbäumen liegt ein querbaum von dem einem paar richtbäume bis zum andern.

fördert. Wenn die schaufel 1 ½ cubik-schuh enthält, so wird mit jeder schwingung ¾ cubik-schuh aufgeworfen. Es sind drey Mann dazu nöthig, nämlich zwey stehen bey 1 und 2. auf der Abdammung, und der dritte auf einem Bockgerüste. Die ersteren ziehen die an der schaufel mittelst eisernen Ringen *b. c.* befestigten seile nach sich, der dritte Arbeiter stöfst die schaufel ins wasser, und läfst im stosse nach, sobald sie ausgegossen ist, wo er sie abermals nach sich zieht, und von neuem ins wasser stöfst.

Drey geübte Arbeiter machen mit dieser schwungschaufel, die besonders in Holland gebräuchlich ist, und deswegen auch Hollandoise heifst, in einer Minute 25 bis 28 schwingungen, wenn die Höhe 3 ½ schuh beträgt. Sie dient vorzüglich zu Aushebung des wassers aus Gräben, canälen und Teichen; denn bey Baustellen ist gewöhnlich zu wenig Platz dazu. Auch macht sie eine den Fundirungen und Abdammungen nachtheilige wasserbewegung. Bey den nachher vorzunehmenden schlammausräumungen eines Canals wird der auszuräumende Bezirk nach und nach in verschiedene Abtheilungen, entweder mittelst Erddämmen oder vertikal eingeschlagenen Planken und verschalungen abgetheilt. Zuerst mufs dann der untere Theil vom wasser, mittelst der schwungschaufel (vom Modder durch spatenarbeit) gereinigt werden.

§. 6. Der *Hebe-* oder *wipptrog*, Fig. 20. Tab. 91., dient, um das wasser drey bis vier schuh hoch zu heben. In dessen Boden ist vorne bey *A* eine Klappe, die sich, während der Hebetrog ins wasser getaucht wird, öffnet, aber zufällt, sobald derselbe aus dem wasser gehoben ist. Man sieht sogleich, dafs diese vorrichtung sehr schwer ist, und eine starke Bewegung im wasser selbst da wo die Arbeiter stehen, macht. Eine andere unter der Nro. 20. auf Tab. 91. dargestellte vorrichtung, bey welcher die wipprinne in der Mitte aufliegt, die am schöpfende mit einem Eimer, der, indem er beym Niederdrücken gegen dieselbe anstöfst, sich ausleert, versehen ist; verdient vor der ersteren den vorzug, weil die Arbeiter mit mehr vortheil arbeiten können. Beyde Methoden dürften aber, ihrer geringen wirkung wegen, gegenwärtig selten Anwendung finden.

§. 7. Eine verbesserung des Hebetroges ist das *schaukelgerinne* oder die *wasserwippe*, Tab. 88. Fig. 11. 12 und 13. Die seitenansicht, welche die Art und weise, nach welcher wechselseitig jedes Ende dieser wippe mittelst des zuges mit seilen, die an den Enden befestigt werden, in das wasser getaucht wird, vorstellt, ist in Fig. 11. gezeichnet. Der Grundrifs ist in Fig. 13., und das Profil in Fig. 12., zu sehen. Nach den von *Perronet*, der sich ihrer bediente, bekannt gemachten Erfahrungen, ist diese vorrichtnng von zehn Mann an jeder seite, die am seile ziehen, binnen einer Minute fünfmal eingetaucht worden. Bey jeder Eintauchung sind zwey cubik-schuh (pariser) drey schuh hoch aufgehoben, das ist, durch die oeffnung *a* (Fig. 1. Tab. 12.) ausgegossen. Beym Gebrauch dieser wasserwippe trat der nach-

theilige Umstand ein, welchen die Schwungschaufel und der Hebetrog mit ihr gemein haben, daſs sie in dem auszuschöpfenden Wasserbezirk eine starkwogende Bewegung verursachte: — die entweder die Fangedämme oder das angefangene Mauerwerk unterwäscht. Sie erfordert daher einen groſsen Raum, und *Perronet* war, beym Bau der Brücke von Neuilly, genöthigt, dieselbe wieder abzuschaffen.

§. 8. Die bey Belidor s. Arch. hydraulique Tom. II. Cap. IV. Tab. 8 gezeichneten, an einem Balken hängenden, *Balancier-Rinnen*, sind von einem Franzosen *Morel* erfunden, um das Wasser bis auf eine Höhe von 15 Schuh zu heben. Wenn diese aus Rinnen bestehende, an einem Zapfen hängende Maschine, von denen an den untern oder obern Enden, mittelst Seile ziehenden Arbeitern, in Schwingung gesetzt ist: so tauchen die zwey Enderinnen in das Wasser, und werden höher, als der erste Wendepunkt der ersten Rinne liegt, gehoben, damit das Wasser in die zweite Rinne falle, welches eine in der Rinne befindliche Klappe aufhebt. Steigt alsdann bey der zweiten Schwingung der Wendepunkt der zweyten Rinne höher, als der nächstfolgende, so schlieſst das Wasser eine Klappe in der untern Rinne, und senkt sich darin, wo es die daselbst liegende Klappe öffnet, um abermals in die zunächstfolgende Rinne einzutreten. Auf diese Weise fällt das Wasser aus einer Rinne in die andere, und endlich aus der obern dahin, wo man es hinauf fördern wollte. Man sieht sogleich, daſs diese Vorrichtung mit dem Schaukelgerinne und der Schwungschaufel die nämlichen Unbequemlichkeiten, das sind starke Wasserbewegungen, gemein hat, folglich alle drey Vorrichtungen mehr bey Canälen und Gräben, als bey solchen Baustellen, die mittelst Interims-Abdammungen abgeschlossen sind, angewendet werden können. Uebrigens sind mir keine mit dem Balanzier-Rinnen von andern bewerkstelligten Erfahrungen bekannt, und ich vermuthe, daſs wenig Gebrauch davon gemacht worden ist. Da ich nun die gute Anwendbarkeit dieser Maschine bezweifle, so habe ich nicht für nöthig gefunden, die Kupfer damit zu vermehren. Wer sie kennen und gebrauchen will, mag daher im Belidor nachschlagen.

§. 9. Die an einem Gerüste hängende Maschinerie mit ausgiessenden oder umstürzenden Eimern (Eimerkunst) Tab. 87. Fig. 13 und 14., ist von einem Franzosen Namens *Lonce* eingerichtet. In Fig. 13. wird sie von der Seite, und in Fig. 14. von vorne (aber ohne Kunstkette) vorgestellt. Diese Kette *a* (Fig. 13.) läuft über zwey auf die obere Trommel angebrachte prismatische, eiserne, kupferne oder messingene Sättel *a* (Fig. 14.), welche so hoch hervorstehen, daſs die Schaken oder Glieder der Kette nicht davon abgleiten. Unten bewegt sich die Kette frey über die Trommel oder Walze *e*, welche zu beyden Seiten hervorstehende Wülste hat, damit die Kette nicht abgleitet. Auf das Gerüste treten vier Mann, welche die Kurbeln *b*, folglich die Trommel, drehen. Auf diese Weise schieben die Sättel *a* die Kette *) fort,

*) Wie diese Kette beschaffen ist, dies sieht man in Fig. 3. 5. und 6. Tab. 82. deutlich.

mithin werden die vollen Eimer nach dem Wassertrog hinaufgezogen. Diese Eimer werden alsdann (durch das Ueberstehen des Troges) genöthigt, sich in den Trog oder die Rinne zu ergiessen. Auch kann man diese über die Trommel *a* anbringen, damit der Eimer 3. so wie er die in Fig. 13. gezeichnete Lage erhält, sein Wasser ausgiefst. Die Eimer können von Blech oder Holz gemacht werden. Bestimmte Erfahrungen über diese Vorrichtung sind mir nicht bekannt.

§. 10. Das *Schaufelwerk* (Tab. 87. Fig. 1. 2. 3. 4. und Tab. 91. Fig. 21. 22. 23. 24.) besteht aus einem Gerinne *a*, *b*, (Fig. 21. Tab. 91.), welches einen Boden hat, worauf die *Schaufeln*, *Paletten* oder *Schiebebretter* (*x* Fig. 21. u. 23. und Fig. 2.) genannt, aufsteigen, die das Wasser vor sich herschieben; zu welchem Ende das Gerinne zwey Seitenwände *c d* und *e f* Fig. 22. hat. *) Dieses *Steige-Gerinne a b* bedecken einige Baumeister mit einem Deckel, welcher dem über die Schaufeln zurücksprudelnden Wasser einen Widerstand entgegen setzt, so dafs die Last vergrössert wird. Es scheint dafs auch *Perronet* zur Vermeidung dieses Widerstandes offne Steige-Gerinne gebraucht habe. Parallel mit demselben liegt das zweyte Gerinne, oder das kürzere *Abgleit-Gerinne l m* (Fig. 21.), welches ich so benenne, weil darin die Schaufeln *x* abgleiten. Dieses mufs aber deswegen einen Schuh kürzer als das Aufsteig-Gerinne seyn, damit die Paletten *x* nicht dagegen anstossen. Es mufs nämlich die Kunstkette *z* an welche die Paletten befestigt sind, wegen der leichtern Bewegung, nicht zu stark angezogen werden, folglich stossen die Schaufeln oder Paletten an die Oeffnung des Abgleit-Gerinnes, wenn es zu lang ist. Beyde Gerinne, die man zwischen 18 und 36 Schuh lang macht, würden aber durchbiegen, wenn nicht hölzerne Joche *y y* sie trügen.

Die Paletten *x*, mithin auch die Kunstkettenglieder *z*, werden von den zwey Trillingen *g* und *h* (Fig. 21.) fortgeschoben, wenn die die Kurbeln *i* und *k* (Fig. 21. u. 22.) drehenden Arbeiter, den oberen Trilling *g* herum drehen. Die Schaufeln oder Paletten fördern also das Wasser auf die der Stellung des Schaufelwerkes angemessene Höhe. Zur Vermeidung der Reibung mufs an beyden Wänden von den Steige-Gerinnen, längs den Schaufeln hin, ein Spielraum *u u* (Fig. 22.), von drey bis vier Linien, bleiben. In dem Obern- oder Abgleit-Gerinne kann derselbe acht Linien betragen. Die Wände *a b* (Fig. 21.) des Steige-Gerinnes müssen 4 bis 6 Zoll höher als die Schaufeln seyn, damit das Wasser nicht seitwärts aussprudele. Bey dem obern Gerinne mögen die Wände zur Vermeidung der Reibung von den Schaufeln, längs demselben nur halb so hoch seyn, als bey dem untern. Gewöhnlich haben die Schaufeln eine Höhe von $4\frac{1}{2}$ bis 8 Zoll, und eine Breite von $5\frac{1}{2}$ bis 15 Zoll, und wenn sie von Holz sind, eine Dicke von 6 bis 9 Linien. Sind sie von Eisen-

*) Diese Figur stellt eine von oben genommene Ansicht von einem Theil des in Figur 21. dargestellten Schaufelwerkes dar.

blech, *) so ist ihre Dicke von 3 bis 4 Linien hinreichend. Der Abstand, in welchem sie gewöhnlich gestellt werden, beträgt 6 bis 12 Zoll. Die bey denen zum Bau der Brücke von Orleans gebrauchten Schaufelwerke, Tab. 87. Fig. 1. 2. 3 u. 4. waren von Eisenblech, und 6 Linien stark, 15 Zoll breit, 7 Zoll hoch, und auf 10 $\frac{1}{2}$ Zoll Abstand gestellt. Sie werden auf die Kunstkette senkrecht aufgesetzt, und unterhalb mit einem Spliefs *m* befestigt. Die Kunstkette hat in der Mitte zwischen zwey Schiebern eine Schake oder eine Gewerbe *n*. siehe Fig. D. Ist es ein Gewerbe, so beträgt dessen Dicke 4 Linien. Die Kette kann von Kupfer, Messing oder Eisen gemacht werden, weil die hölzernen Gewerbe oft brechen. Die gröfseren Paletten werden gewöhnlich auf zwey Gewerbe- oder Gelenk-Ketten (Fig. 1. 2. 4. Tab. 87. und Fig. 22. Tab. 91.) befestigt. Wenn man aber den Paletten, selbst bey grofsen Maschinen, die wahre Gröfse giebt, das ist, dieselben nicht über 12 Zoll breit macht, so ist eine Kette in der Mitte der Schaufeln hinreichend. Dieselbe könnte auch die in Fig. 15. Tab. 87. und Fig. *y z* Tab. 91. dargestellte Form enthalten, damit sie sich um die Getriebe *g*, *h* (Tab. 21.) besser abwickelt. Ich habe mit einer solchen Kette ein Schaufelwerk, welches 84 Schaufeln hat, machen lassen, das sehr leicht geht, weil die Biegung der Kunstkette besser ist, als wenn sie Gewerbe hat. Die Befestigung der Paletten ist dabey dadurch bewerkstelligt, dafs durch die Schaufeln die zwey Oehsenblätter *m* und *n* (s. Fig. *y* Tab. 91.) hindurch gehen, und damit die Schaufel senkrecht steht, so sind darin zwey an die Paletten anschliessende Stifte *o o* gestellt. Diese Kette kann von Eisendrath gemacht werden. Sie ist leichter, wie eine in Fig. D Tab. 91. von oben und in der darunter stehenden Figur, von der Seite, dargestellte Gelenk-Kette, und vertritt wegen ihrer Breite die Stelle zweyer Ketten, welche einige Ingenieur bey etwas breiten Paletten für nothwendig erachten. In Fig. 15. Tab. 87. ist sie perspectivisch dargestellt.

Die zwey Getriebe *g* und *h* Fig. 21. müssen nun so viele Stäbe haben, damit jeder Stab auf die Mitte der Kunstkette, zwischen zwey Paletten, kömmt. Folglich hängt ihr Umfang, so wie die Anzahl der Stäbe von dem Abstand der Paletten ab. Ihr Durchmesser wechselt daher von 1′ 4″ bis 3 Fufs. Die eiserne Welle *q* Fig. 22. eines jeden Getriebes liegt in einem messingenen Lager, und ist von einer messingenen Platte, gegen das Ausgleiten, gedeckt.

Wenn man diese Maschine im Beharrungsstande sieht, so wird man gewahr, dafs die Kunstkette so angespannt ist, dafs ihre Mitte zwischen zwey Paletten immer auf einem Triebstock des Getriebes zu liegen kömmt. Welches auch so seyn mufs,

*) Da die aus Holz gemachten Paletten oder Schaufeln — ihrer geringen Stärke wegen, die man ihnen geben kann, um die Maschine nicht zu schwer zu machen — öfters brechen: so sollten sie entweder aus hartem oder Lerchenholz gemacht, und eine halbe Stunde über in Oehl gesotten werden; oder man sollte sie aus Eisenblech, das zur Verhinderung des Rostes mit siedendes Oehl oder Steinkohlen-Theer zu überziehen ist, verfertigen.

weil sonst die Schaufeln an derselben anstossen, und daher entweder brechen, oder bey ihrem umtriebe eine stockung entstehen müfste.

Diese Anspannung der Kunstkette, welche (wie gesagt) nicht zu straff seyn darf, zu bewirken, dazu ist folgende vorrichtung sehr zweckmäfsig. Das aus einer composition von Messing und Kupfer verfertigte unterlager *s s* (Fig. 23. Tab. 91.), der welle *q*, des Getriebes *g*, ist auf einer eisernen Rinne *t t* (Fig. 22.) beweglich. Auf dieser steht in *u* ein hackenförmiges Eisen, worin eine schraubenmutter geschnitten ist. Durch dieses geht die aus dem beweglichen unterlager befestigte schraube *v*. Und damit dieselbe von den Arbeitern nicht willkührlich gedreht werden oder zurückgehen könne, so hängt auf einem Eisendrath *w*, ein an der schraube gelegter schraubenschlüssel. Diese gesammte stell-vorrichtung wird nun auf den beyden seiten des obern Trillings, *g g*, angebracht, und so kann dann vermittelst derselben die schaufel- oder Kunstkette nachgelassen oder angespannt werden, wie es die Nothwendigkeit erheischt.

Wer die wirkungsart eines solchen schaufelwerks beobachtet hat, der wird sich von dem ruckweisen Fortschube der Paletten über die Trillinge *g* und *h* überzeugt haben, und daher die Einrichtung von zwey an die Axe des obern Getriebes angebrachten schwungrädern 3. 3., (Fig. 22 und 23. Tab. 91.), sehr zweckmäfsig erkennen. Ein solches schwungrad mag drey bis vier schuh im Durchmesser grofs seyn. Damit der Trilling *g* fest und dauerhaft sey, so sind vier eiserne stäbe 4, 4, (Fig. 23.), von einer scheibe 5, zur andern 6 gehend, angebracht. Die Backen 7, 7, (Fig. 21.), welche den obern Theil der Maschine tragen, sind an das steige-Gerinne *a*, *b*, mittelst schrauben 8, 8, befestigt. Sie werden übrigens von dem Fufsgestelle 10 getragen, welches auf dem Fangedamme *A* steht.

An den gewöhnlichen schaufelwerken werden acht Mann (Fig. 21.) angestellt, die sich auch der an den Kurbeln angebrachten stofsstangen, von 5 ½ Fufs Länge, bedienen. So wie diese nun das obere Getriebe umdrehen, werden die Paletten fortgeschoben, welche unten im wasser stehen, mithin dasselbe vor sich herschieben, und bis zur Ausgufsöffnung *a* bringen. Grofse schaufelwerke können auch mittelst eines vorgelege von Rädern, durch ein wasserrad, Tab. 87. Fig. 1 u. 2., oder einem Pferdegöpel, Fig. 3., betrieben werden.

Weil solche Maschine nicht viel tiefer als bis zur Axe des untern Getriebes ins wasser getaucht werden sollte, so ist ein eiserner Bügel VI. (Fig. 21 u. 24. Tab. 91.) angebracht, woran ein seil befestigt ist, welches entweder mittelst eines Flaschenzuges oder einer winde aufgewunden wird; auf welche weise also die Lage des schaufelwerkes nach Belieben verändert werden kann.

Endlich mufs man bey dem Gebrauch dieser Maschine besorgt seyn, dafs weder stroh noch wurzelwerk oder steine in der Nähe der Einflufsmündung kommen. Es ist daher der wasserbezirk, auf eine Entfernung von sechs bis zehn Fufs von der

Maschine, mit einer kleinen Bretterwand zu umgeben, oder der Unrath auf eine andere Art abzuhalten, so oft dies nöthig wird. Auch ein Theil des Bodens, worauf die Maschine im Wasser steht, muſs mit Planken belegt werden, damit der Grund von der Bewegung des Wassers nicht aufwühlt, folglich weder Sand, Steine und dergleichen Materialien nicht nach dem Steig-Gerinne hingetrieben werden. *Eine Anstalt, die auch bey den übrigen Schöpfmaschinen als Regel gilt.*

Die Länge der gewöhnlichen Schaufelwerke beträgt 18 bis 32 Schuh, und es können dieselbe für 200 bis 400 fl. verfertigt werden. Kettenglieder und Schaufeln müssen auf der Baustelle in Vorrath vorhanden seyn, damit, wenn etwas bricht, solches sogleich wieder ausgebessert werde. Ausser den Schaufeln und den Getrieben kann das übrige aus Kiefern oder Tannenholz verfertigt werden.

§. 11. Wenn man sich die Wirkungsart eines Schaufelwerkes so denkt, daſs das zwischen den zwey Paletten d und e (Fig. *x*. Tab. 91.) fortgeschobene Wasser sich horizontal in df stellt, folglich nur das in dfa bleibende Wasser aufgeschoben wird: so erhält man mittelst folgender Berechnung die (scheinbare) Wassermenge, welche das Schaufelwerk, nach dieser Hypothese, auffördern würde. Es sey z. B. die Lage des Schaufelwerkes ac mit dem Horizont $ab = 21$ Grad. Die Höhe der Paletten $6'' = ad$; deren Abstand $de = 6''$.

Nun ist log. ef = log. tang. edf + log. $de = 2''\ 3'''$. Da die Weite des Steig-Gerinne $15''$ beträgt, und $de = 6''$ ist: so erhält man für den cubischen Inhalt von $def = 2''\ 3''' \cdot 3'' \cdot 15'' = 101{,}25$ Cubik-Zoll. Der gesammte kubische Raum zwischen zwey Paletten, oder von einer Zelle, wenn die Steig-Gerinne horizontal läge, würde aber betragen $6'' \cdot 6'' \cdot 15'' = 540$ Cubik-Zoll; also bleibt für den gesuchten Wasserkörper — der nach obiger Hypothese von jeder Palette aufgeschoben werden würde — 438,75 Cubik-Zoll.

Ganz anders wie diese bis jetzt von einigen Schriftstellern angenommene Hypothese ist aber die *wirkliche Wirkungsart* eines Schaufelwerkes, wenn es im Beharrungsstande, das ist, in einem gleichförmigen Gange, sich befindet, und daher kann diese Vorstellung bey der Berechnung des wahren Effekts schlechterdings nicht zum Grunde gelegt werden, weswegen ich auch oben nur von einer *scheinbaren* Wassermenge geredet habe. Wird nämlich die Aufförderung des Wassers, welches von den Schaufeln geschieht, beobachtet, so zeigt sich *a*) daſs dieselben ganz mit Wasser Fig. B. Tab. 91. bedeckt sind, *b*) daſs das aufgeschobene Wasser in der Oberfläche über die Schaufeln aufsprudelt, und rückwärts sich loszureissen strebt, mithin ein Theil davon rückwärts über die Schaufeln fällt. Auf diese Weise muſs sich daher die Wassermenge, welche von jeder Palette aufgefördert wird, nach Maſsgabe des langsamen Ganges der Maschine, verringern, weil dabey das Abfallen des Wassers leichter, als beym schnellen Gange der Maschine vor sich gehen kann. Eine gleiche Wirkung tritt ein, je nachdem die Stellung des Schaufelwerks nach gröſsern Winkeln

stalt hat. So muſs z. B. bey einem winkel von 40° mehr wasser rückwärts über die Paletten stürzen, als bey einem winkel von dreyſsig Graden.

Ehe ich indessen über den ökonomischen Effekt der schaufelwerke mehr anführe, will ich folgendes über den winkel, unter welchen sie nach den verschiedenen Theorien gestellt werden sollten, bemerken:

a) Perronet hat die Schaufelwerke unter einem winkel von 21 Grad legen lassen. *b) Eytelwein* in seinem Handbuch der Mechanik, und *Karsten* in seinem Lehrbegriff der Mathematik finden die Gröſse dieses winkels zu 37°, 38′. *c) Belidor* (§. 729.) berechnet ihn zu 24°, 21′, und *Langsdorf* zu 37°, 40′.

Bey diesen Berechnungen hat man die oben angeführte vorstellung von der Aufschiebung des wassers mittelst den Schaufeln gewählt, die aber in der Praxis nicht eintritt, wo das wasser, wie gesagt, über die Schaufeln zurücksprudelt; selbst bey einem verdeckten steig-Gerinne, weil zwischen dem Deckel und den schaufeln ein Raum bleiben muſs. Es kann daher kein zweifel darüber entstehen: daſs, bey einer und der nämlichen Geschwindigkeit der schaufeln, eine desto gröſsere wassermenge aufgefördert werde, je kleiner der winkel ist, unter welchen man die Maschine stellt. Folgende Beobachtungen, die ich in wien im Monat Juny 1804 angestellt habe, werden dieses bestätigen.

Die Abmessungen des schaufelwerkes waren folgende. Die Länge des steige-Gerinnes vom Einfluſs bis zum Ausfluſs 18′ 9″ (wiener Maas); die weite desselben 6″ . 6‴; die Höhe 7″ 6‴. Der cubische Raum zwischen zwey eichenen Schaufeln, ohne die Kunstkette, betrug 169″. Die Länge einer schaufel 6″; die Höhe 4″ 9‴; die Dicke 7‴; der Abstand der schaufeln war 6″; der Durchmesser des obern und untern Trillings war sechszehn zoll; die Anzahl der stäbe betrug neune. Die Kette hatte 79 schaufeln; sie war von Messing, und 4 bis 6‴ stark. An jeder Kurbel arbeiteten vier Mann, nämlich mit zugstangen. Die Kurbelzapfen hatten aber keine schwungräder. Das Gefäſs, welches gefüllt wurde, enthielt genau zwanzig wiener Cubikschuh. *)

*) Hierbey bemerke ich als eine allgemeine Regel: daſs die Schöpfmaschinen bey Baustellen, in gut gepichten und mit hoch und niedrig zustellenden und mit zu verschliessenden Oeffnungen versehenen Kästen ausgiessen müssen, damit man beym niedrigen Stande des nahen Stromes nicht immer das Wasser über den Fangedamme, sondern nur in den Kasten zu heben nöthig habe, von dem es dann ausflieſst. Die Seitenwände dieses Kastens machen dann natürlich einen Theil der Seitenwände des Fangedammes aus.

Die versuche mit einem solchen schaufelwerke waren diese:

Bey einem Winkel von			Anzahl der Beobachtungen.	Zeit, in welcher das Gefäfs gefüllt wurde.	Anzahl der Umdrehungen.	Reduzirt auf 1 Minute. Anzahl der Umdrehungen.	Reduzirt auf 1 Minute. Wassermenge in Cubik-Schuhen.	Reduzirt auf 1 Minute. Anzahl der Schaufeln, welche einen Punkt passirten.	Auf jeder Schaufel kommen Cubik-Zoll.	Raum, den die Kunstkette oder die Schaufeln in jeder Sekunde zurücklegten.	Verticale Höhe des Schaufelwerks oder Förderungshöhe.	Wassermenge oder ökonomischer Effekt in einer Stunde.
Gr.	M.	Sec.		Sek.						Schuhe.	Fuſs.	Cubikschuh
48	18	7	1	51	62	73,00	24,333	657,00	64,0	5,47		1460
			2	81	75	55,55	14,870	499,95	51,4	4,15	14	890 *)
			3	80	75	56,20	15,000	505,80	51,0	4,20		900 *)
39	47	30	1	52	54	62,30	23,070	560,70	73,0	4,66	12	1384
			2	50	50	60,00	24,000	540,00	76,7	4,50		1440 *)
25	15	20	1	45	36	48,00	24,000	432,00	96,0	3,60		1440
			2	40	35	52,50	30,000	472,50	111,8	3,93	8	1800 *)
18	39	40	1	42	33	47,14	28,57	424,26	116,4	3,53		1714 **)
			2	54	34	37,77	22,21	339,93	112,9	2,82	6	1332 **)
			3	27	40	89,00	44,50	801,00	96,0	6,67		2670 **)

Aus diesen Beobachtungen geht demnach hervor. *a.*) Daſs je kleiner der winkel, unter welchem das schaufelwerk liegt, ist, desto mehr wasser von einer schaufel fortgeschoben wird; selbst bey einer geringern Geschwindigkeit der schaufeln. *b.*) Daſs daher bey einer kleinern Anzahl umdrehungen in einer Minute dennoch ein gröſserer ökonomischer Effekt entstehen kann.

Es sind sonach die bis jetzt bestehenden Theorien wegen der oben angeführten wirkungsart eines schaufelwerkes, für die Praxis nicht brauchbar. Wer übrigens diese wirkungsart beobachtet, und es sieht, daſs das wasser über jede schaufel rückwärts abstürzt, und die schaufeln mit wasser bedeckt sind, der wird sogleich die im §. 10. bey den bisherigen Theorien gewählte vorstellungsart mit der wirkung in Praxis nicht übereinstimmend finden, und die Resultate der vorstehenden Tabelle sich leicht aus dem Angeführten erklären.

*) Diese Versuche geschahen bey gewöhnlicher Arbeit, so daſs die Arbeiter alle zwey Stunden hätten abgelöſst werden dürfen, welches daher diejenige Arbeit ist, die in Praxis eine Anwendung findet. Es ist nämlich die Geschwindigkeit von vier Schuh in der Sekunde, mit welcher die Arbeiter die Schaufeln fortbewegen können, wenn ihrer nicht zu wenige angestellt werden, diejenige, welche ihren Kräften angemessen ist. Bey dem von Perronet gebrauchten Schaufelwerke, war die Geschwindigkeit nur 2,5 Schuh; bey denen in Potsdam von Manger gebrauchten 2 3/4 Fuſs.

**) Von den drey letzten in dieser Tabelle mitgetheilten Versuchen muſs man den dritten und zweyten addiren, und das Mittel für den ökonomischen Effekt der 2001 Cubik-Schuh ist, wählen, weil beym 2ten Versuche die Geschwindigkeit zu geringe, und beym letzten zu groſs ist.

§. 12. Da die Art und Weise, nach welcher Perronet sich der Schaufelwerke bedient hat, für die Praxis wichtig ist, so will ich dieselbe aus dessen Werken ausziehen. Bey der Brücke von Orleans wurden die Maschinen entweder von Pferden (Fig. 3. Tab. 87.) oder von dem Flusse selbst (Fig. 1. u. 2.) in Bewegung gesetzt. Nachdem bereits vorne der Mechanismus beschrieben ist, so erklären die citirten Figuren das Weitere, und ich will nur noch folgende Erläuterungen anführen. Damit das Wasserrad, je nach dem Steigen und Fallen des Stromes, hoch und niedrig gestellt werden konnte, so wurde dasselbe auf zwey Lager gelegt, welche Schraubenmuttern erhielten. Durch diese wurden die Schrauben *d* und *e* Fig. 1., umgedreht, mithin das Wellager, folglich auch das Rad, gehoben. Diese einfache Vorrichtung vertritt die Stelle der Ziehpanster und Winden. Sie kann bey ähnlichen Absichten, selbst bey den unterschlächtigen Rädern der Mahlmühlen, mit Nutzen gebraucht werden, und ich habe sie auch bey der Wasserschraube, unter dem Träger, mit Erfolg angewendet.

Wenn der Fluſs 1½ Schuh über sein niedrigstes Wasser stand, so machte das Schaufel- oder Wasserrad, an dessen einem Kranze ein Stirnrad *c*, Fig. 2., gemacht war, 165 Umgänge in der Stunde, welches zwey Schuh Geschwindigkeit in der Sekunde giebt. Der Fluſs legte sechs Schuh zurück, nämlich in der günstigsten Zeit: denn das Wasserrad machte ungleiche Umläufe, weil eine Aufstauung in dem in zwey Arme getheilten Flusse, vor dem Rade, entstand, die so lange dauerte, bis sie stark genug war, sich zu ergiessen, wo alsdann die Geschwindigkeit des Wasserrades zunahm. Ein Umstand, der bey den Wasserstauungen, mittelst welchen auf die Maschinen nicht eine solche Wassermenge, welche den Beharrungsstand unterhalten kann, geführt wird, allemal statt finden muſs. 2.) War der Wasserstand des Flusses zwey Schuh über den niedrigsten, so machte das Wasserrad in der Stunde 180 Umgänge, welches drey Schuh für die Geschwindigkeit des Rades, und neun Schuh für die des aufgestauten Wassers in dem Gerinne giebt. *) 3.) Wenn der Wasserstand 2½ Fuſs war, so machte das Rad 216 Umgänge. 4.) Wenn der Wasserstand 3 Fuſs betrug, so fanden 240 Umgänge statt. Bey dem ersten Fall waren die Schaufeln 30 Zoll eingetaucht, bey dem zweyten Falle tiefer; bey den letztern Wasserständen durften sie nicht tiefer, denn 15 Zoll eingetaucht werden, wenn das Rad nicht brechen sollte. Als der Strom aber bis zur Hälfte des Halbmessers vom Wasserrade hinauf stieg, brach dasselbe zweymal, und deswegen wurde die eben beschriebene Schrauben-Vorrichtung gemacht. Der zweyte Fall kann übrigens als ein Mittel angenommen werden, weil der Wasserstand, welcher diese Geschwindigkeit hervorbrachte, am längsten dauerte. 5.) An dem Kranz des Wasserrades waren 124 Zähne angebracht.

*) Dies trift mit meinen Erfahrungen überein, daſs nämlich die Wasserräder der Schiffmühlen 1/3 von der Geschwindigkeit des sie treibenden Stromes haben. Solche in einen Fluſs eingehangene Wasserräder kann man aber füglich mit den Wasserrädern der Schiffmühlen vergleichen.

6.) Der Drehling *n*, welcher durch diese Zähne unmittelbar in Bewegung gesetzt wurde, hatte 15 Stäbe, der zweyte an eben dieser Welle befindliche Drehling *a*, welcher das Schaufelwerk in Bewegung setzte, das ist, um welcher sich die Kette dieses letztern wickelte, hatte acht Stäbe. Da nun jeder Stab des letztern Drehlings eine Palette fortschob, so wurden 66 $\frac{2}{3}$ Paletten bey jedem Umgang des Wasserrades fortgeschoben, folglich in einer Stunde bey dem zweyten Fall 66 $\frac{2}{3}$. 180 = 11904 Paletten. Jede Pallette schob in dem obern offenen Steig-Gerinne 290 Cubik-Zoll Wasser vor sich hin, *) folglich war der so berechnete ökonomische Effekt binnen einer Stunde 1997,77 Cubik-Schuh. Dies ist fast das fünffache der Wirkung eines Paternosterwerkes, wodurch täglich 60 Mann erspart wurden. Diese Maschinerie kostete 1148 Livres.

§. 13. Bey diesem Brückenbau bediente sich Perronet auch zweyer Schaufelwerke, welche durch ein Kammrad, das mittelst eines Pferdegöpels (Fig. 3. Tab. 87.) herum bewegt ward, in Gang gesetzt wurden. Zwölf Pferde zogen zugleich an den Göpel, **) und diese mufsten alle zwey Stunden abgelöfst werden, so, dafs man deren auf die Tag- und Nachtarbeit 36 unterhalten mufste. Das an der Welle 3. des Göpels befestigte Kammrad 5. wurde 140 mal in der Stunde (von zwölf Pferden) umgedreht, wenn man die beyden Schaufelwerke im Gange erhielt. Aber es mufs $\frac{1}{10}$ für die beym Umspannen und Ausbessern verlorne Zeit abgerechnet werden, folglich bleiben noch 126 Umdrehungen.

Da das Rad 115 Zähne, jeder der zwey Drehlinge 7., acht Stäbe hatte, so wurden in jeder Stunde 9660 Paletten (wenn die Steig-Gerinne unter einem Winkel von 21 Grad geneigt lag) von ihrer Stelle geschoben: nämlich bey jedem Schaufelwerke. ***) Beyde brachten in der Stunde 4905 ****) Cubik-Fufs Wasser auf, welches dem Effekte von zwölf Paternosterwerken, zu deren jedem zwölf Arbeiter (je vier in jeder Arbeitszeit) gebraucht werden. Kennt man nun die Kosten der von Menschen und Pferden geleisteten Arbeit, so wie der Maschine, dann läfst sich der Vergleich, welche Maschine man auf jedem Local gebrauchen müsse, leicht berechnen. Wobey in Betracht zu ziehen ist, dafs die Ablösungen der Menschen oder Thiere, bey allen

*) Wenn man nämlich die Berechnung nach der im 10. §. aufgestellten Hypothese, anstellt, welches Perronet thut. Es ist aber zu bedauern, dafs Perronet nicht Beobachtungen über den ökonomischen Effekt anstellen liefs; folglich das wahre Resultat nicht in Erfahrung gebracht wurde.

**) Wie ein solcher Pferdegöpel aus zwey Schaufelwerken, und das Emplacement mehrerer Paternosterwerke im Grundrisse erscheint, das zeigt die 23. Figur in *a* und *d* auf Tab. 84.

***) Die Höhe jeder Palette betrug 6 Zoll, der Abstand eben so viel, und die Breite der Steig-Gerinne 15 Zoll. Die Schaufel- oder Palettenbreite war 14 Zoll, 6 Linien.

****) Nach der im 11. §. angegebenen Berechnung würde von jeder Palette aufgehoben seyn 438,78 Cubik-Zoll, folglich ohne die Kunstkette abzuziehen 5057 Cubik-Schuh, nämlich von beyden Schaufelwerken, welches Resultat also von dem obigen abweicht.

solchen schöpfmaschinen, die in baustellen gebraucht werden, worin es auf die zeit, in welcher das wasser ausgefördert werden kann, wesentlich ankömmt, alle stunden oder alle zwey stunden geschehen muſs, und daſs man stets die dreyfache zahl, des ausruhens wegen, in rechnung zu bringen hat. Jedes schaufelwerk von diesen zweyen, gab daher in der Minute 42,3 cubik-fuſs. Das von dem wasserrade getriebene schaufelwerk nur 33,24 cubik-schuh. Das letztere leistete also etwas mehr, als das §. 10. beschriebene, wozu 8 mann gebraucht wurden, obgleich, wie gesagt, die berechnung des nutz-effektes nicht ganz richtig ist, der eigentlich zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{5}$ weniger ausfällt, wenn man nach der wahren wirkungsart eines schaufelwerkes rechnet.

§. 14. In potsdam, wo unter der regierung *friedrichs des groſsen*, von dem sich um die praktische baukunst sehr verdient gemachten bauinspektor *manger* kostbare grundbaue gemacht wurden, ist der ökonomische effekt eines dortigen von acht Mann betriebenen schaufelwerkes $46\frac{2}{3}$ rheinl. cubik-schuh gewesen. (Mangers beyträge zur praktischen baukunst. seite 46) Solche schaufelwerke waren 32′ lang. Die weite des steig-gerinnes war 14″, die höhe 5′, der abstand der paletten betrug 7″. Das steig-gerinne war unter einem winkel von 35 grad gestellt.

Belidor giebt im ersten theil seiner wasserbaukunst §. 732. eine beschreibung solcher schaufelwerke, und den ökonomischen effekt eines in straſsburg gestandenen, zu 2647 cubik-schuh in der stunde, also 44,1 cubik-schuh in der minute. Dessen paletten waren 6″ hoch, $9\frac{1}{2}$ breit, und auf 6″ abstand gestellt. Die geschwindigkeit, womit die paletten fortgeschoben wurden, betrug beynahe $2\frac{1}{2}$ schuh in der sekunde.

Karsten (Lehrbegriff 6ter theil §. 553.) berechnet diese wassermenge zu 2112 cubik-schuh in der stunde, d. i., zu 35,2 cubik-schuh in der minute, und belidor meint, daſs die arbeiter füglich die kurbel 60 mal in der Minute herumdrehen könnten, welches auch bey denen am canal in der picardie gebrauchten paternosterwerken geschehen sey. Er verlangt *mit recht*, daſs der abstand zweyer paletten, der höhe einer palette gleich seyn müsse, und führt die versicherung einiger Ingenieure an, welche behauptet hätten, daſs ein anders zu straſsburg errichtet gewesenes schaufelwerk nur die hälfte wassers von jenem ersteren aufgefördert hatte, und daſs dessen effekt vorzüglich so schlecht deswegen gewesen sey, weil seine paletten 4″ hoch, 11″ breit, und auf 8″ abstand gestellt waren, d. i., weil die höhe der paletten von ihrem abstande so sehr abwiche.

Mit denen beym bau der cherbourger stauschleuse angebrachten schaufelwerken, von denen jedes werk mit 12 mann getrieben wurde: sollen mit vier schaufelwerken 13864 cubik-schuh wasser in der stunde aufgefördert worden seyn. (Belidor II. §. 315.) Das gäbe 57,7 cubik-schuh in der minute für jedes schaufelwerk. Sie muſsten daher groſse paletten haben.

§. 15. Wenn man alle diese hier aufgestellten Erfahrungen miteinander vergleicht, so entstehen folgende Resultate.

1.) Man sollte das Steig-Gerinne wo möglich nicht unter einem gröſseren Winkel als 30 Grad legen, es sey denn, daſs die Noth gebiete. Der gröſste Winkel, unter welchen das Wasser aufgefördert werden kann, ohne dessen nicht gar zu viel zu verlieren, beträgt 50 Grad. Je kleiner dieser Winkel seyn kann, desto gröſser ist die Wirkung; daher mag das Schaufelwerk immer etwas lang gemacht werden, um es in einen kleinen Winkel, etwa zu 18 Grad, zu legen. 2.) Bey acht Arbeiter sollten die Schaufeln 6″ breit, 6″ hoch, und auf 6″ Abstand gestellt seyn. 3.) Bey der gröſsten Gattung der Schaufelwerke sollten die Schaufeln 12″ Höhe und 12″ Breite, und auf 12 Zoll Abstand gestellt seyn, folglich müssen die Schaufeln so breit als hoch gemacht werden. 4.) Die Geschwindigkeit der Schaufeln sollte bis vier Schuh in der Sekunde betragen. 5.) Um der Maschine einen gleichförmigen Gang zu geben, dazu dienen die oben erwähnten Schwungräder 3. (Fig. 21. Tab. 91.), welche daher anzubringen sind. Solche Schwungräder kann man auch so einrichten, daſs an ihrem Umfange Gewichte *e* (Fig. 8. u. 13. Tab. 83.), von 25 bis 40 Pfund schwer befestigt sind. Ihre Zahl muſs jedoch ungleich, entweder dreye oder fünfe seyn, damit stets eines der Gewichte als eine Ueberwucht der Kraft erscheint, wenn die Maschine im Beharrungsstande versetzt ist. Ist es wohlfeiler sich der Pferde statt Menschen zu bedienen, so kann man für fünf bis sechs Mann ein Pferd nehmen, und zu der gröſsern Gattung von Schaufelwerken sind vier Pferde erforderlich, die alle Stunde oder alle zwey Stunden abgelöſst werden.

§. 16. Die Schaufelwerke lassen sich endlich auch durch Windmühlen treiben, wo sie insonderheit zu den Wiesenbewässerungen sehr nutzbar sind. An die obere Welle des Schaufelwerkes mögen dann zwey Scheiben befindlich seyn, und auf der Mühlenaxe eine. Um diese Scheiben können Riemen oder Seile gehen, wo also die Welle des Schaufelwerkes in Bewegung gesetzt wird. Belidor in seiner Wasserbaukunst 3. Buch 2. Cap. Tab. III. hat diese Maschinerie deutlich dargestellt.

§. 17. Ist die Baugrube zur Stellung solcher Schöpfmaschinen, welche einen groſsen Raum erfodern, zu klein, so müssen Maschinen gewählt werden, die nicht viel Platz einnehmen. Zu diesen kann man vorzüglich die Saugepumpen und Paternosterwerke zählen. Die erstern haben jedoch die Unbequemlichkeit, daſs die Ventile öfters schadhaft werden, wozu das Schlammwasser besonders beyträgt. Denn will man ihren untern Theil mit zu engem den in die Röhre eindringenden Schlamm abzuhaltende Gitterwerke umgeben, so wird die freye Zuströmung des Wassers gehemmt. Sind aber dessen Oeffnungen etwas weit, so geht der Sand, ja es schlüpfen kleine Steinchen durch, welches alles das Spiel der Pumpe stört, und die Ventile verdirbt. Perronet bediente sich daher nicht der Saugepumpen. Er versteht nämlich unter pompes-chapelets verticaux (Paternosterwerke), wie die 34. Kupfertafel des

perronetschen werkes beweifst, und nicht solche saugepumpen, wie ein anderer schriftsteller glaubt. Aus gleicher ursache mufste man die saugepumpen bey dem Bau der cherbourger schleuse (Belidor Tom. 11. §. 315.) verwerfen. Da indessen auch der Fall eintreten kann, dafs man sich ihrer bey Trockenhaltung der Baustellen bedient, so ist die Anwendung davon um so leichter, weil die construction davon bekannt ist. Wer sich aber über den Gebrauch und ihrer Einrichtung Raths erholen will, den verweise ich auf die von den geheimen Ober-Bauräthen *Gilly* und *Eytelwein* herausgegebene praktische Anweisung zur wasserbaukunst, 2tes Heft, seite 30.

§. 18. Die *Paternoster-* oder *Rosenkranzwerke* (Tab. 91. Fig. 25. 26. 27 u. 28-) sind hingegen sehr gut bey Ausschöpfung des wassers aus den der Baustellen zu gebrauchen, und werden, da sie wenig Raum einnehmen, häufig in Praxis angewendet. Das *Paternosterwerk* Fig. 25. besteht aus einer fünf bis sechs zoll weiten, gut gebohrten Röhre *a, b (steigröhre)*, in welcher die an einer Kette ohne Ende angebrachten *scheiben c, c.* aufgezogen werden, und die das in die Röhre eingetretene wasser vor sich herschieben. Die steigröhre hat gewöhnlich nach der einen Hälfte eine Länge von 8 bis 24 Fufs, weil man auf eine geringere Höhe sich der Handeimer, und auf eine höhere zwiefach über einander angebrachter Maschinen, wo die untere Maschine das wasser in einen sammelkasten auffördert, aus welchem die obere es weiter aufwärts schöpft, oder grofser Schöpfräder, bedient, Indessen wird nur selten der Fall eintreten, dafs man das wasser aus einer Baustelle höher denn 21 Schuh aufschöpfen mufs; folglich sind die gewöhnlichen Paternosterwerke hinreichend lang. Wenn ich aber bey einer Länge der steigröhre von 24 Fufs nur 21 schuh Förderungshöhe annehme, so dient zur Erläuterung, dafs das Paternosterwerk gewöhnlich drey schuh tief ins wasser gestellt wird.

Die Kunstkette eines solchen Paternosterwerkes geht mit ihren scheiben oberhalb über die *Gabelwalze g*, (Fig. 26. *b* Tab. 91.), welche, indem sie durch vier Mann, die an die zwey Kurbeln *i i* Fig. 26. *a* drehen, in Bewegung gesetzt wird, die scheiben auffördert. Die untere, vier zoll im Durchmesser starke walze *d* Fig. 25., welche in der Mitte der inneren Röhrenwand in den 12 bis 16 zoll hohen Ausschnitt *e. n.*, angebracht wird, ist an den seiten etwas dicker als in der Mitte, damit die Kette nicht davon abgleite, welche jedoch, wie Fig. 25. zeigt, nicht straff angespannt werden darf, um ohne stöhrung aufgezogen zu werden. Diese welle selbst, welche von aussen viereckigt seyn kann, wird an die seiten der Oeffnung mittelst eines eisernen Nagels *o*, Fig. 26. *a*, befestigt. Die Entfernung der scheiben *c*, *c*, beträgt etwa das vier bis sechsfache ihres Durchmessers, und mufs den wasserstand an der steigröhre nie übertreffen: wenn der beste ökonomische Effekt erzielt werden soll. Wäre z. B. der Abstand zweyer scheiben gröfser als die wassersäule, worin das Paternosterwerk steht, so entsteht zwischen zwey scheiben ein gewisser wasserleerer Raum.

Die scheiben selbst sind, wie Belidor Tom. II. §. 740. umständlich beschreibt, folgender Maafsen gemacht. Der untere Theil Fig. 28 u. 29. Tab. 91. jeder scheibe besteht aus einem Küssen *a*, das von 6 bis 8 Linien dickem Leder, welches vorher in eine Mischung von heifsem Theer, Oehl und Talg getränkt ist, gemacht wird. Dassesbe wird an einem hölzernen stöpsel *c*, durch welchen die Kunstkette *b e* durchgeht, befestigt, und daran mittelst des eisernen spliefses *f*, zwischen welchen und dem ledernen Küssen eine eiserne, eine Linie dicke scheibe liegt, angetrieben. Dieses Küssen ist defswegen von Leder, damit es, wenn es an die steigröhre stöfst, nur wenig Reibung verursache. Dessen Durchmesser mufs aber, um diese Reibung zu vermeiden, nicht so grofs als die weite der steigröhre seyn. *Diese mufs genau vertical stehen*, wefswegen die Befestigung derselben an einen Pfahl *l*, Fig. 2. Tab. 88. öfters nothwendig wird. Nach der Erfahrung kann der Durchmesser der scheibe zwey bis drey Linien geringer, als die weite der steigröhre seyn, ohne dafs ein wasserverlust durch den zwischenraum entsteht; wenn nur die Geschwindigkeit, mit welcher die Maschine im Beharrungsstand gesetzt und unterhalten wird, nicht zu geringe ist. Bey einer Maschine, die nur etwa 25 umdrehungen in der Minute erhält, kann man die scheibe 2 bis 3 Linien kleiner als die Röhrenweite machen, wobey vorausgesetzt wird, dafs die Röhre genau gebohrt ist und senkrecht steht. Es läfst sich dies auch aus der Adhäsion des wassers an die wand der steigröhre und der Friction des Küssens erklären. Zur vermeidung der Friction vom Küssen an diese wand ist daher diese vorschrift nicht ausser Acht zu lassen. Geringer kann indessen dieser zwischenraum seyn, wenn man sich statt der aus starkem Leder verfertigten scheibe der ledernen Ballen *b*, Fig. 2. Tab. 88., die etwa 6 bis 10 zoll lang sind, bedient, und die besser als die scheiben gehen. Um jedoch auch bey diesen eine unnöthige Reibung zu vermeiden, so lasse man den zwischenraum wenigstens eine Linie grofs. Zuweilen wird auch in der Mitte oder am Ende Fig. 28. *b*. eines solchen Ballens oder Püschels, eine scheibe von starken Leder angebracht.

Findet die Einrichtung mit der scheibe statt, so nennt man diese vorrichtung auch wohl ein *scheibenwerk*, und wird ein blofser Ballen gebraucht, so heifst sie ein *Püschelwerk*; oder dieses eine *Püschel*- und jenes eine *scheibenkunst*.

Jede Maschine kann man mit einer 18 schuhigen steigröhre für 150 fl. errichten lassen.

§. 19. Wenn diese vorrichtungen den gröfsten ökonomischen Effekt leisten sollen, so mufs *a*) die Kunstkette so leicht als möglich gemacht, *b*) die Reibung der scheiben und Püscheln an der Röhrenwand vermieden werden. *c*) Die Kette über die zwey walzen sich so geschwinde als möglich umbiegen, und in den steigeröhren mufs von zwey zu zwey schuh eine drey zoll weite Oeffnung gebohrt seyn, von denen man die eine oder andere öffnet, je nachdem der strom fällt. Diese Löcher werden mit einem mit werch umwickelten zapfen verschlossen; dabey ist also

die Absicht, das Wasser nicht auf eine unnöthige Höhe zu heben, folglich an Kraft zu sparen. Es muſs *d)* das Wasser den Zwischenraum zwischen den Scheiben oder Püscheln fast ganz ausfüllen. Das letztere wird nur, wie vorher erwähnt wurde, geschehen, wenn der Abstand zweyer Scheiben die Höhe des vor der Röhre stehenden Wassers nicht nur nicht übersteigt, sondern noch nicht erreicht. Es muſs daher das Paternosterwerk in eine gesenkte Stelle gesetzt werden, damit das darin befindliche Wasser stets vor der Steigeröhre höher stehe, als der Abstand zweyer Scheiben beträgt, wenn nämlich die untere Scheibe der untern Mündung gleich ist. Dies muſs so seyn, wenn das Paternosterwerk den gröſsten Effekt leisten soll. Sonst aber schöpft es so lange, als die Scheiben noch Wasser auffassen können, d. i., als das Wasser höher denn die untere Oeffnung der Röhre steht. *e)* Die beste Entfernung der Scheiben scheint 18 bis 28 Zoll zu seyn, wenn drey bis vier Mann an der Kurbel arbeiten. Die Zahl der Scheiben muſs wo möglich ungleich seyn, damit, wenn eine Scheibe oben auf dem Getriebe liegt, eine in die untere Oeffnung der Röhre eintritt.

Die Bedingungen in *a* und *e*, werden in Erfüllung gehen, wenn man ausser diesen Vorschriften sich der in Fig. 3. 5 u. 6 Tab. 82. gezeichneten Kette bedient, und der in Fig. 13 u. 14. Tab. 88. gezeichneten eisernen, oder die von Lonce erfundenen messingenen Sättel *a* auf der obern Trommel oder Walze statt der vielen Reibung, und einen ungleichförmigen Gang verursachenden Gabel anbringt, wie Perronet gethan hat, (siehe Fig. 2. Tab. 88.), oder wie Fig. 26. *c.* Tab. 91. zeigt. Die Bedingung in *b.* wird erreicht werden, wenn man die Kette nicht straff anzieht, die Röhre genau vertical stellt, und die Püschel oder Scheiben nicht zu groſs macht, *) sondern an den Seiten einen Spielraum läſst.

Diese Paternosterwerke stehen übrigens auf einer Stellage, und über mehrere derselben wird eine von Rohr, Stroh oder Brettern gemachte Verdachung *e*, Fig. 2. Tab. 88., angebracht, um die Arbeiter gegen die brennende Sonnenhitze und den Regen zu schützen. Eine Vorsicht, die während anhaltenden Schöpfarbeiten bey allen Maschinen der Art, nothwendig ist; selbst wenn dabey Pferde und Ochsen gebraucht werden, weil man sonst zu viel an Zeit versäumt. — Bey dieser Gelegenheit muſs ich auch bemerken, daſs alle solche im Wasser zu gebrauchende Maschinen mit heiſsen Theer und Pech gut getheert werden müssen, damit sie von Dauer sind. Auch mögen einige ihrer Theile eine Stunde über in Oehl gekocht werden.

§. 20. *Belidor*, welcher die am Canal in der Picardie gebrauchten Paternosterwerke beschreibt, berechnet den ökonomischen Effekt zu 2780 Cubik-Schuhen in

*) In diesem Betracht und der Leichtigkeit der Püschel wegen kann man sich zu den Paternosterwerken kleinerer Art der Püschel, Tab. 91. Fig. 29., und einer einzelnen aus Drath geflochtenen Kette bedienen. Dann aber muſs man eine Gabelwalze *g* (Fig. 26. *c*, Tab. 91.) haben, damit die Kette über die Gabel hingleitet.

einer stunde, und *Karsten* im 6. Theil seines Lehrbegriffs der Mathematik findet denselben §. 543. zu 1350 Cubik-schuhen. Ohne zweifel ist auch dieser letzte Effekt noch zu groſs angenommen, denn die bey solchen Maschinen angestellten Wahrnehmungen, geben bey weitem kein so günstiges Resultat. Diese Berechnung kann daher aus zwey ursachen die zu groſse wassermenge gegeben haben. 1.) Höchst wahrscheinlich war der zwischenraum, welcher von einer scheibe bis zur andern statt findet, nicht mit wasser angefüllt, denn sonst hätten die Arbeiter nicht 55 umdrehungen in einer Minute machen können, wie die Erfahrung zeigt, oder 2.) die zahl dieser umdrehungen ist selbst zu groſs angegeben. Nach der unten stehenden Tabelle war die Eintauchung auch nur 1½ schuh. Wie hätte sich also die steigröhre auf 2½ schuh hoch füllen können; welches die Berechnung annimmt! *) Der ökonomische Effekt einer solchen Maschine wird nämlich berechnet, wenn man die wassermenge, welche auf jeden Fuſs der steigröhre (dabey muſs der körperliche Inhalt der Kette abgezogen werden) kömmt, mit dem umfang der Gabel- oder sattelwalze, und der Anzahl ihrer umdrehungen in einer Minute multiplicirt.

Ich will nun hier den Effekt und die Maaſsen einiger Paternosterwerke mittheilen.

Perronet gebrauchte bey der Brücke	Länge der Steigröhre.	Stand im Wassser.	Förderungshöhe.	Durchmesser der Steigröhre im Lichten.	Zahl der Arbeiter.	Effekt in einer Stunde.	Entfernung der Scheibe.	Kurbel-Länge.	Anzahl der Umdrehungen.	Gabelwalze-Durchmesser.
	Fuſs.	Fuſs.	Fuſs.	Zoll.		C. F.	Zoll.	Zoll.	in 1 Min.	Zoll.
von Neuilly	15	3	12	5	4	460	30	15	20 bis 30	12
von Orlèans	18	3	15	5	4	416	50	15		14
Bey 8 Schuh Förderungshöhe nimmt Perronet Tom. II. pag. 20. den Effekt an zu — — — 640 Cubik-Schuh.										
Nach Belidor am Canal in der Picardie . .	9,5	1,5	8	5	4	2740	30	15	55	15

§. 21. Da die Arbeiter alle zwey stunden abgelöst werden müssen, und dergleichen Arbeiten Tag und Nacht fortzusetzen sind, so werden bey jedem Paternosterwerke 12 Mann bezahlt. Wenn nun die Förderungshöhe 15 Fuſs übersteigt, und die scheiben auf 2½ schuh Abstand an der Kette befestigt sind, so wird sich der

*) Der dirigirende Ingenieur Voglio, welcher mit Cessart die Brücke bey Saumur baute, schrieb am 2. October 1752 an Perronet, über die Anwendung seines Odometrums, daſs die 20 Schuh hohen Paternosterwerke in der Minute nur 25 Umdrehungen zulieſsen. Man dürfte daher wohl bey einer Länge von 15 Schuh 30, und bey einer Länge von 9 1/2 Fuſs vierzig Umdrehungen annehmen können.

oben angegebene ökonomische Effekt verringern, und es dürfte bey 18 bis 24 Schuh Förderungshöhe nothwendig werden, sechs Mann an die Kurbeln zu stellen. Erfahrungen sind mir hierüber jedoch nicht bekannt. Nach den Beobachtungen, die Perronet Tom. II. p. 19. anstellen liefs, machten bey den 18 Fufs langen und 5 Zoll weiten Werke vier Mann dreyfsig Umdrehungen in einer Minute, und hoben das Wasser 15 Schuh hoch. Sie hoben in 108 Secunden 15 Cubik-Schuh, und bey jeder Umdrehung wurde von der Kette 4 $\frac{1}{3}$ Fufs abgewickelt. Dieser Effekt von 500 Cubikschuh in der Stunde kann aber in der Praxis nicht für den wahren angenommen werden, weil die Arbeiter nicht immer so fleifsig arbeiten: Perronet rechnet daher 25 Umdrehungen, folglich nur 416 Cubik-Schuh Wasser.

Werden an einer solchen Kette, wie hier gezeichnet ist, Kasten angebracht, die sich frey um die zwey, aber eckig gemachten Walzen bewegen, so heifst diese Vorrichtung eine *Kastenkunst*, dieselbe ist aber von geringerem Effekt, als die Paternosterwerke; vielen Reparaturen unterworfen und verschüttet eine Menge Wassers. Wer sich indessen von ihrer Construction näher unterrichten will, der darf nur die in Belidors Werke und in dem Dictionaire des arts et metiers gegebene Zeichnung nachsehen, wo auch die zu Rochefort fest liegende und die zur Ausleerung der Schiffsdocke dienende Kastenkunkt beschrieben ist, jedoch im letztern Werke genauer, als in Belidors Wasserbaukunst. Diese Maschine kann auch zur Aufförderung des Erzes in den Bergwerken oder Aufbringung des Erdreiches und Schlammes aus Gräben gebraucht werden.

§. 22. Zu den Maschinen, deren man sich häufig zum Heben des Wassers bedient, mufs das *Rad* mit ausgiessenden *Eimern* oder Butten, auch länglichten Kasten, gezählt werden, welches im allgemeinen ein Schöpfrad heifst. Dasselbe ist vorzugsweise zu den Wiesenbewässerungen, den Bleichereyen und der Speifsung öffentlicher Brunnen, anwendbar. Zu jener Absicht wird es in Italien, Tyrol, Baiern, Persien und China; zu den Bleichereyen im Herzogthum Berg; und zur Versorgung der Brunnen wird es in Bremen angewendet. Zum Ausschöpfen der Baustellen braucht man es nur daselbst, wo es mittelst eines Vorgeleges durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt werden kann. Wir wollen nun einige Gattungen solcher Schöpfräder näher betrachten.

Das einfachste und leichteste ist das Chinesische, welches in der Gesandtschaftsreise des Grafen Macartney vorkömmt, und dessen sich die Chinesen zum Bewässern der Reisfelder und Wiesen bedienen. Die Achse *e* dieses Schöpfrades (Tab. 91. Fig. 29 u. 30.), welche ohngefähr zehn Schuh lang ist, ruhet auf Pfählen von hartem Holze. Der Umfang des Rades *a* und *b* besteht aus einem doppelten Kreise von Felgen, wovon der eine, und zwar der nach dem Ufer oder der Ausgufsrinne *p* zugekehrte, 15 Zoll kleiner im Durchmesser war, als der andere, der aber gleichwohl noch in den Flufs tauchte. Die Radarme *dd*, deren 18 sind, halten die zwey Kränze

des Rades, und durchkreuzen sich, indem sie die triangelförmigen Schaufeln *h* bilden, die von Bambusrohr geflochten sind. Die Schöpfbutten, welche von einem Kranz zum andern, und zwar geneigt unter einem Winkel von 25 Grad liegen, sind von Bambusrohr ausgehölt. Indem für das Rad mittelst dem Stoſs des Stromes auf die Schaufeln herumgetrieben wird, so füllen sich die Butten *l*, und wenn sie oben kommen, so leeren sie sich, vermöge ihrer Lage, in die Rinne *p*. Die Radarme, welche gleichfalls von Bambusrohr sind, erhalten durch einen dritten Kranz *g g*, Fig. 29., welche an die Arme in ihrem Vereinigungspunkte befestigt ist, mehr Steifigkeit.

Ein nicht gemeines Verdienst bey dieser Maschine besteht darin, daſs sie mit Ausnahme des Gerüstes, welches die Welle trägt, so wie dieser Welle selbst, durchaus nur aus Bambusrohr gemacht ist, und weder Schrauben noch Nägel hat. Das Rohr selbst aber ist mit Bast zusammen gebunden. Dergleichen Schöpfräder sind 20 bis 40 Schuh im Durchmesser groſs, und dieses hier ist 30 Fuſs. Es hat zwanzig Schöpfbutten, deren jede vier Schuh lang und zwey Zoll im Lichten weit ist. Dieser Einrichtung ist, was das Schöpfmannöver anbetrift, das groſse Wasserrad in Bremen, welches in Büsch's Hydraulik beschrieben ist, sehr ähnlich, nur daſs die Schöpfbutten viereckig, und unter den Felgen oder den zwey Kränzen des Rades angebracht sind, anstatt sie hier auf die Kränze stehen. Das Schöpfrad zu Bremen hat, wie mir im Jahr 1798 an Ort und Stelle versichert worden ist, ein und fünfzig Schuh im Durchmesser, sieben Schuh breite, und 8½ Schuh hohe Schaufeln. Von den sechszehn Schöpfkästen fast jeder über vier Cubik-Schuh Wasser, indem er neun Schuh lang, 18 Zoll hoch, und 9 Zoll breit ist. Die in Schweden geschmiedete Walze der Welle wiegt tausend Pfund.

§. 23. Einfacher ist gleichwohl das Tyroler Schöpfrad, Fig. XII. Tab. 83. Dasselbe hält 20 bis 30 Schuh im Durchmesser, und dessen Welle *f* ruht auf einem aus zwey Balken (hier Rahmstücken) *d e*, und einem von Holzwerk zusammen gesetzten Gerüste *g*. Auf den hintern Theil *d k* des Rahmens *d e*, welche die Welle und das Rad trägt, und den man aufwärts und niederwärts mittelst der in dem Pfahl befindlichen Stell-Löcher *k*, durch die ein Holz gesteckt wird, stellen kann, liegen Steine, welche fast das Gleichgewicht mit dem Schöpfrade halten. Auf diese Weise wird das Rad, je nachdem der Strom steigt, gehoben. Die zwey Rahmstücke *d e* tragen auch die Guſsrinne *c*, mittelst den Streben- oder Traghölzern *i i*. Die Schaufeln *l m* dieses Schöpfrades sind 2′ 9″ breit, und 10″ hoch. *) Sie sind an einem durch die Mitte des Kranzes durchgehenden 4″ starken Holze *o* schräge befestigt. Durch jede Schaufel geht nun eine hölzerne 3 Zoll starke Scheide *m p*, welche an der innern Wand einer jeden Butte *a* hinstreicht, und woran die mit zwey haselnen Bän-

*) In der unten Fig. XII. stehenden Figur ist der Pfeil verkehrt gestochen.

dern 2, 1, gebundene Butte selbst mit hölzernen Nägeln befestigt ist. Die 6 Zoll im mittleren Durchmesser habenden Butten sind nun dergestalt schräge gestellt, daſs sie mit ihrer Mündung der Wasserschaufel vorstehen, folglich das aufgeschöpfte Wasser in die Guſsrinne *c* ausleeren, von welcher es durch eine Oefnung mittelst einer auf einem hölzernen Gerüste liegenden Rinne, nach den zu bewässernden Wiesen geführt wird. Ein solches Rad macht in dreyſsig bis 40 Sekunden einen Umlauf, und hat 16 bis 32 Butten, je nach der Geschwindigkeit des Stromes, die 3 bis 6 Fuſs in der Sekunde beträgt. Ausser den Wellzapfen ist an dieser Maschine alles von Holz und sehr leicht, so daſs sie wenig kostet.

In Tyrol und vorzüglich im Veronesischen habe ich auf dem Etsch-Flusse oberhalb Verona auch Schöpfräder zum Behuf der Wiesenbewässerungen angetroffen, deren Rand hohl ist, und Oefnungen hat, aus welcher sich das Wasser ergieſst. Dieselben sind aber von geringern Effekt, als das oben beschriebene Schöpfrad.

§. 24. Jetzt will ich ein *Schöpfrad* (s. Tab. 103.) beschreiben, welches wegen seiner Einfachheit und dem dadurch für die Wiesenbewässerung entstehenden Nutzen nicht genug empfohlen werden kann. Es ist nämlich das Seite 260. erwähnte, in der Rednitz im Königreiche Baiern in Gebrauch seyende, welches ich daher das *Baierische-Schöpfrad* nennen möchte, wiewohl es asiatischen Ursprungs, und dem Tyroler Schöpfrade ähnlich ist.

Das Strauberrad (Tab. 103. Fig. 4. stellt die Ansicht, fluſsabwärts genommen, vor), miſst von dem obern Theil des Kranzes bis zum untern zwölf Nürnberger Schuh, und diese Kränze stehen von einem äuſsern Rande bis zum andern, das ist zwischen *d* und *e*, 7′ 8″ auseinander. Die auf diesen zwey Kränzen unter einem Winkel von 80 Grad gestellten 24 Schaufeln, haben eine Länge von 8′ 7″, und eine Höhe von 10.″ Sie sind mit gespaltenen Bandweiden *i* dergestalt auf die zwey Radekränze, befestigt, so daſs vor der Schaufel ein hölzerner keilförmiger Nagel durch den Kranz geht, zwischen dem und der Schaufel dieses Band steht, um welche Schaufel es gelegt ist. Die einzelnen Theile eines Kranzes bestehen aus krummgewachsenen Kiefern, und wo diese übereinander geschiftet sind, hat man an den Seiten zwey ¾ Zoll starke Backen, auf eine Länge von 3′, angebracht. Achtzehn Schöpfgefässe oder Butten sind an jedem Kranze (also 36 im Ganzen) dergestalt mit zwey hölzernen dadurch gesteckten Nägeln befestigt, so daſs immer drey Butten hintereinander folgen. (Siehe den geometrischen Seiten-Aufriſs Fig. 2.) Sie sind mit der Horizontal-Ebene unter einem Winkel von 10 Grad gestellt. Es stehen nämlich die Schöpfbutten auf diese Weise mit ihrer Ausguſs-Mündung unten 6″ von dem äuſsern Rande des Rade-Kranzes nach Innen zu, und mit ihrem Boden drey Zoll gegen die Peripherie des Kranzes, als welches der durch die Erfahrung beym Schöpfen und Ausguſs, ausgemittelte vortheilhafteste Winkel ist. Der Zapfen von der Welle ist 1½ bis 2 Zoll stark, und nur dieser so wie die vier Reifen auf der

einen Schuh 4 zoll starken Welle, sind von Eisen; das übrige ist alles von Holz. Die Schöpfgefässe sind von Bötticher Arbeit und mit sieben Reifen gebunden. Jedes Gefäſs ist 20″ lang, oben 11″, und unten 6″ im Durchmesser, und enthält 1130 Cubik-zoll. Das Rad macht nach meinen Beobachtungen in 25 Sekunden einen Umgang; es bewegt sich daher beynahe mit 1 $\frac{1}{2}$ Fuſs Geschwindigkeit in der Sekunde. Der Unterschied des obern und untern Wassers (d. i. vor und unterhalb dem Rade) beträgt 5″ 5‴ bis 8 zoll. Diese Maschine hob binnen einer Stunde 2708 Cubik-Schuh, Nürnberger Maaſs, nach welchem alle die Abmessungen dieser Maschine angegeben sind. In den Figuren 2 und 3 sehen wir in *b* eine der zwey Hauptrinnen, worin das Wasser aus den Gefässen läuft, und *c* ist die Leitrinne, in welcher das Wasser nach dem höhern Theil der Wiesen flieſst. Die Holzverbindung *g* und *h* bildet die Radstube oder das Traggerüst des Rades; *k*, *k* sind die Ständer, welche das Hauptgerinne tragen.

Um ein solches Schöpfrad in Bewegung zu setzen, d. i., den Fluſs aufzustauen, ist eine Verdammung gemacht, die nach der Seite des Flusses einen Flügel bildet, wenn das Rad in der Nähe des Ufers liegt; bey andern Rädern hat man *zwey* solche Wände, die man dort Aestflügel nennt, angelegt, um das Wasser nach dem Rade zu führen, dessen aus Bohlen bestehendes Gerinne höchstens einen Schuh Fall hat, welches vorne an einen Grundbau anstöſst, und an jeder Seite des Rades eine, einen Schuh hohe, das Wasser leitende Bretterwand, hat. Dieser Grundbau und diese Flügel sollen, nach der Wasser-Gerichtsordnung von 1693, aus einer Reihe durch den Fluſs geschlagener Pfähle, worauf ein Grundbaum eingelocht wird, bestehen. Man nannte die Flügel, *setzflügel*, weil der Grundbaum am 1. May gelegt, und am Anfange Oktobers wieder weggenommen wurde, so daſs dem Flusse der möglichst ungestörte Lauf belassen ward. Der Grundbaum sollte 2 $\frac{3}{4}$ Schuh unter das Wasser gelegt, und mit den Aufsetzbrettern nur 2 Fuſs hoch seyn; auch sollte darin eine Oefnung von sechs Schuh, für die Durchfahrt der Bote, gelassen werden, und das Radgerinne sollte nur zwey Zoll Fall haben. Diese Abdammung führte damals das Wasser nach der Radstätte oder nach dem Gerinne des Rades, und die Wasserräder leisteten einen hinreichenden Effekt. Jetzt hat man aber unterhalb diesem Grundbaum eine Ausfüllung von Steinen und Faschinen gemacht, die Grundbäume und Flügel immer mehr erhöht, und vermittelst Faschinen und Steinen in dem Fluſs selbst höchst schädliche Verdammungen angelegt. Es ist daher nothwendig, diesem Unwesen zu steuern, die Errichtung der Grundbäume, welche durch die eingeschlagenen Pfähle gehen, wieder einzuführen, und alles Einlegen von Faschinen und Steinen gänzlich zu verbieten, vorher aber das Fluſsbett von denen die Ueberschwemmungen des Flusses verursachenden Verdammungen gänzlich zu reinigen. Kurz es sollte auf die Befolgung der Wasser-Gerichtsordnung von 1693 mit strenge gehalten werden. Indessen findet der aufmerksame Beobachter auch an dem Unfug, der mit der Rednitz getrieben wird,

die Bemerkung bestättigt, welche er fast überall in Deutschland, und besonders bey und in den ehemaligen Reichsstädten und grofsen Städten, zu machen Gelegenheit hat: dafs im 16ten und 17ten Jahrhundert die Wasserbau-Polizey viel sorgfältiger, als jetzt gehandhabt wurde; dafs aber gegenwärtig die Müller und Eigenthümer von Maschinen aller Art, zum Nachtheil der Grundeigner, so wie der Flofs- und Schiffahrt, die Flüsse und Bäche benutzen, dafs die Wasserbau-Beamte wenig dagegen ausrichten können, um durch Vorschläge oder ein Wasserrecht dem Uebel zu steuern. Man behandelt diese als Parthey, wenn sie die Rechte des Staats wahren, und der Willkühr der Wassergenossen Schranken setzen wollen; hiezu kommt noch, dafs manche Polizey- und Justiz-Behörden die Meinung der unwissendsten Mühlknechte, welche das Räderwerk der Müller schlecht verfertigen; die man *Mühl-Aerzte* und *Werkverständige* nennt, dem Gutachten der Wasserbaukundigen vorziehen, und lediglich solche Menschen frägt! Wahrlich eine treffliche Methode, um die Flufsgegenden in Sümpfe zu verwandeln, und die ökonomische Benutzung der Flüsse und Bäche unausführbar zu machen!

§. 25. Eine andere Gattung von Schöpfräder hat ausstürzende Eimer an den Seiten des Kranzes; soll dasselbe zu Bleichereyen oder Wiesenbewässerungen gebraucht werden, so erhält es Schaufeln, und wird von demjenigen Flusse, aus dem es das Wasser ausschöpft, getrieben.

Ist man wegen einer zu geringen Geschwindigkeit des Stromes, etwa unter 2 ¾ Schuh in der Sekunde genöthigt, Schaufeln zu 5 Schuh und breiter zu machen, und dem Wasserrade zwey Kränze zu geben, das ist ein Staberrad einzuhängen, so werden an beyden Seiten Schöpfkästen angebracht, und zwey Aufgufsrinnen errichtet, um einen gleichen Druck auf beyde Zapfen des Wasserrades und einen gleichförmigen Beharrungsstand der Maschine zu bewirken. Zu diesem Behuf wird auch wohl zwischen den zwey Kränzen des Wasserrades ein kleiner Kasten, der oben offen ist, angebracht, und der sich alsdann ergiefst, wenn er die höchste Steigung zurück gelegt hat. Gebraucht man nur ein solches Staberrad, das 4 Schuh breit ist, so können dieses Kastens Seitenwände die zwey Kränze des Rades bilden. *) Ist das Rad aber ein Strauberrad, d. i., wenn dessen Schaufeln auf einem Kranze des Rades stehen, so werden die Schöpfkästen nur an einer Seite angebracht.

§. 26. Eine ähnliche Einrichtung findet bey solchen Schöpfrädern statt, welche durch ein Vorgelege, das ist, durch ein anderes Rad, oder durch irgend eine mechanische Vorrichtung mittelbar in Bewegung gesetzt werden, wie diefs der Fall bey jedem Schöpfrade ist, welches ein stillstehendes Wasser auffördert, der z. B. bey Leerung einer Baustelle eintritt, und in Fig. 1. 4 und 5. Tab. 88. vorgestellt ist.

*) Schon die Römer haben sich dieses Schöpfrades so wie der Eimerkunst bedient. Vitruvius Baukunst. Uebersetzung von Rode X. Cap. p. 262.

Eine Maschinerie, deren sich Perronet beym Ausschöpfen des Wassers aus den Baustellen der Brücken bediente, und die er Roue à godets, nannte. Er zieht dieselben in Rücksicht des ökonomischen Effektes allen übrigen von ihm gebrauchten Maschinen vor. Deſswegen ist dasselbe auch bey dem Brückenbau zu Mantes, Nogent sur Seine, Neully und Orlèans gebraucht worden. Perronet (p. 39. Tom. I.) giebt den Effekt des einen bey Neully gebrauchten Schöpfrades zu 5400 Cubik-Schuh in einer Stunde (bey 12 Fuſs Förderungs-Höhe), an. Folglich brachte in dieser Zeit jeder der 12 Kasten 450 Cubik-Schuh auf, welches dem Effekt eines Paternosterwerks gleich kommt. Jeder Kasten enthielt 4 Cubik-Schuh Raum, er schöpfte aber nur 3 Cubik-Schuh Wasser. Wie sich ein solcher Kasten abwickelt, indem das Rad herum geht, d. i., welche Lage er nach und nach annimmt, das zeigt die 10. Fig. Tab. 88., wo *t* die Stärke des Rades (*v* hinter, *u* vor dem Rade) vorstellt.

Die Einrichtung dieses Schöpfrades ist folgende: Ein Kastenrad oder Schöpfrad *e* Fig. 1., 4., 5. und 8. Tab. 88. wurde mittelst eines groſsen Schaufelrades *A*, das über einem von einem Fangedamme gebildeten Wassergange dergestalt auf ein in den Fluſs geschlagenes Rahmgerüst hieng, welches man, je nach dem Stande des Flusses, mittelst Seile und Winden Fig. 1., auf und nieder lassen konnte, in Bewegung gesetzt.

Da die Seine, bey einem Wasserstande von 3′ 10″ 6‴ über den niedrigsten, nur mit 2′ 5″ Geschwindigkeit floſs *), so muſsten die Schaufeln des Wasserrades sehr groſs gemacht werden. Bey dieser Wasserhöhe wurden 16 Kasten an das Schöpfrad befestigt. Jnsofern das Kastenrad *c* Fig. 5, 108 Fuſs von dem Wasserrade *a* entfernt seyn muſste, und jenem von diesem die Bewegung mittelst eines Vorgeleges, — das ist mit zwey Drehlingen *e*, *g* und zweyen Stirnrädern, wovon das eine an das Wasserrad und das andere an das Schöpfrad angebracht waren, — gegeben wird: so dachte Perronet auf die beste Einrichtung dieser 108′ langen Drehlings-Welle *e f h g* nach. Dieselbe wurde 13′ stark, aus fünf Stücken zusammen gesetzt, wie die oberhalb Fig. 9 stehende Figur im Detail zeigt, wovon ein Stück über das andere bey *f* geschiftet um mit 4 eisernen Bändern verbunden wurde. Da diese Welle mit ihrer Armatur und den zwo Drehlingen 8000 Pfund wog, so war es begreiflich, daſs man sie nicht ohne Unterstützung oder Aufhangung frey bewegen konnte, weil diese Last sie durchgebogen haben würde. Perronet wählte nun statt der gewöhnlichen Unterstützungen

*) Die Neigung der Seine verhält sich zur Länge wie 1:8705. Die geringe Geschwindigkeit von 2′ 5″, machte daher die Einschränkung des Wasserganges, über welchen das Wasserrad gehangen wurde, nothwendig. Vor den Wassergang stand die Seine 5″ 9‴ höher als bey den Schaufeln. Das Kastenrad machte 3 1/3 Umgänge in der Minute, anstatt daſs das anfänglich erwähnte 2 1/2 Umgänge machte. Mit 12 Kasten förderte es 9600 Cubikschuh Wasser in der Stunde auf, und es wurden die 4 Cubikschuh haltenden Kasten bey dieser Geschwindigkeit fast ganz gefüllt. Bey diesem groſsen Effekt wurde das Wasser aber nur sechs Schuh hoch gehoben.

von Holz eine weit bessere, wodurch die Reibung vermindert wurde. Er liefs nämlich an fünf stellen *t* (auf Tab. 88. Fig. 5. sind nur zwey angegeben, und es mufste die welle kürzer, als sie ist, gezeichnet werden, um Raum zu ersparen) ein Traggerüste (Fig. 9.) errichten. Dasselbe trägt eine drey schuh im Durchmesser grofse scheibe *e*, über welche ein lederner Riemen geht, worin die welle *h* hängt.

Das schöpf- oder Kastenrad hatte 16½ Fufs im Durchmesser, und war 4½ Fufs breit. Es konnten 16 Kasten daran gelegt werden. An dessen einen seite Fig. 8. waren 118 zähne c (Fig. 3., 4. und 5.) angebracht, welche von dem Drehling g fortgerückt wurden. Das wasserrad *a* hatte 18 schuh im Durchmesser und 128 zähne waren auf dessen einem Kranze gesetzt, um den Drehling *e*, folglich auch die welle *f*, mithin den Drehlung *g* und endlich das schöpfrad *c* in Bewegung zu setzen. Die Gröfse der schaufeln mufste wegen der vorne angeführten geringen Geschwindigkeit des Flusses und der 108 Fufs langen Drehlingswelle, beträchtlich seyn. Sie erhielten eine Länge von 20 und eine Breite von 3 schuh; und um den stofs des wassers zu vergrössern, wurden sie unter einem winkel von 15 Graden mit dem Halbmesser des Rades gestellt. Bey den andern Maschinen, die eine kürzere welle von 28 Fufs hatten, erhielten die schaufeln nur eine Länge von 17 Fufs, auch mochte der Durchmesser des wasserrades nur eben so viel betragen. Hierbey mufs bemerkt werden: dafs diese angeführte stellung der schaufeln bei einem unterschlächtigen Rade, welche nicht mit dessen centrum correspondirt, sondern einen winkel mit den Radien macht, bereits vorher von andern als von Perronet vorgeschlagen worden ist. So hat z. B. Leendert van Natras in seinem Buche über Maschinen auf der siebenten Kuptertafel bey einer Kupferschmelze diese stellung gezeichnet. Auch hat *Leupold* in seinem Thetr. hyd. Fig. 11. Tab. XIV. bey einem unterschlächtigen, zum schöpfen des wassers bestimmten und deswegen mit Röhren versehenen Rade, die schaufeln unter einem winkel von 80 Grad gestellt; und die schaufeln der schöpfräder haben gewöhnlich diese stellung, wie wir in §. 24. gesehen haben. Unter den neuern schriftstellern hat der Preufsische Bergrath *Eiselen*, in seiner treflichen schrift: (Beytrag zur Anwendung des wassers auf unterschlächtige sogenannte Kropfräder) diese stellung angebracht; welche von entschiedenen vortheil für den Bau der Maschinen ist. In der That hat Herr Eiselen dem Preufsischen staate durch seine Erfindung einen wesentlichen Dienst geleistet: denn dafs es seine Erfindung ist, kann man wohl von einem solchen Manne, der, selbst keinen verdrufs scheuhete, um seine Idee durchzusetzen, erwarten; und ich setze daher voraus, dafs er die angeführten Kupfer nicht benutzte.

Die Drehlinge hatten bey dieser in Tab. 88. dargestellten Maschine, vier schuh im Durchmesser und dreyfsig Triebstöcke. Das Kastenrad hing, gleich wie das wasserrad, in einem Rahm-Gestelle und so konnte es, je nach dem stande des stromes, hoch und niedrig gehangen werden, wie es die 1. und 4. Fig. zeigt. Anfänglich

wählte man Drehlinge, die nur zwey Schuh im Durchmesser hatten, aber die Reibung der Zähne zwischen die Triebstöcke war so stark, daſs man gezwungen war, diesen bis auf vier Fuſs zu vergröſsern. Eine solche Maschine kostete, wenn sie ganz fertig da stand, 4442 Livres und wog 20155 Pfund.

§. 27. Es giebt noch andere Arten von Schöpfrädern mit Kasten, worunter die mit beweglichen Kästen die brauchbarsten sind, wie ich denn ein solches zu Colberg in Pommern gesehen habe, welches von gutem Effekt ist und das, so viel ich mich erinnere, eben so construirt war, wie das von Belidor Tom. 1. §. 783. beschriebene, welches ich hier Tab. 91. Fig. 33., 34. und 35. aufnehmen will, da es bey den Wiesenbewässerungen oder zur Vertheilung des Wassers aus einem Flusse nach Stadtbrunnen sehr gute Dienste leisten kann. Dieses unterschlächtige Wasserrad hat, wie gesagt, bewegliche Kasten *a. b.*, die mit einem eisernen Bolzen an die Kränze des Rades befestigt sind, indem sie durch beyde Kränze gehen. Kömmt nun der Eimer *b* bey dem vertical stehenden Holze d an, so muſs er das Wasser in die Ausguſsrinne *c* ergieſsen, von welcher es durch eine Oefnung weiter geleitet wird. Es ist sonach klar, daſs das Ausgieſsen schnell vor sich geht, welches bey denen an dem Umfang des Rades befestigten Eimern nicht der Fall ist, die sich langsam ausleeren, daher öfters viel Wasser verschütten.

§. 28. Zu den schwerfälligsten und kostbarsten Schöpfmäschinen kann man das *Schnecken-*, *Zellen-* oder *Trommelrad* (Fig. 3. 6. und 7. Tab. 88.) zählen; dessen bereits Vitruv erwähnt. Diese Maschine besteht, wenn sie durch das Gewicht der Menschen oder Thiere, mittelst Auftreten oder Niederdrücken, in Bewegung gesetzt wird, aus zweyen Rädern: nämlich aus den mit spiralförmigen Zellen Fig. 7. und *b e* Fig. 6. versehenen Schöpfrade. Wenn dasselbe mittelst Niederdrücken bewegt wird, so hat es an beiden Seiten Handhaben, wie Fig. 6. zeigt. Wird dasselbe aber mittelst Auftreten herumgedreht: so ist das Zellenrad an ein gewöhnliches Trettrad befestigt, welches zugleich die Steifigkeit der ganzen Maschine bewirkt.

Um den hohlen und unbeweglichen Theil der Welle, wodurch ein Zapfen geht, bewegt sich die Trommel a und die darüber passenden spiralförmigen Zellen Fig. 7. Beydes wird zum besten aus Blech gemacht. Dieses Zellenrad ist auch mittelst zweyer seitwärts desselben befestigten Stirnräder, die von zwey an einer gemeinschaftlichen Welle befindlichen Drehlinge umgedreht werden, in Bewegung zu setzen.

Nach der Einrichtung, die sich Perronet bey dem Brückenbau (Tab. 88. Fig. 3. 6. und 7.) bediente, waren an den Seiten des Rades, auf ein Gerüste, 12 Mann gestellt (an jeder Seite sechs) welche die in Fig. 3. gezeichneten Hölzer oder Sprossen des Rades, mit den Händen nach und nach herunter drückten. Von aussen hatte es die Construction Fig. 3. und 6. Damit das Zellenrad eine Steifigkeit erhielt, dazu diente die Holz-Verbindung Fig. 3. Die Einrichtung der Zellen zeigt Fig. 7., wo der Queerschnitt der Trommel gleichfalls erscheint. Wie das aufgeschöpfte Wasser wieder in

das auszuschöpfende zurückstürzt, zeigt Fig. 3. und ist hier die Leitrinne weggelassen. Solches Zellenrad gab, auf acht Schuh Förderungshöhe, folgenden Effekt:

Die Anzahl der Arbeiter war zwölf mit zweystündigen Abwechselungen.	Eintauchung der Zellen.	Umdrehungen in der	Jede Umdrehung gofs	Jede Zelle schöpfte	Effekt der Maschine binnen 1 Stunde an
	Zoll.	Minute.	Zellen.	Cubikfufs.	Cubikschuhen
	1.) 12	2	24	$1\frac{1}{2}$	4320
	2.) 9	$2\frac{1}{2}$	24	1	3600
	3.) 6	3	24	$\frac{3}{4}$	3240
	4.) 3	3	24	$\frac{1}{2}$	2160

§. 29. Vergleicht man den letzten Effekt mit dem eines Paternoster- oder Rosenkranzwerkes, welches gleichfalls das Wasser 8 Schuh hoch hebt, der 640 Cubikschuh in einer Stunde ist, so würden $3\frac{375}{1000}$ Paternosterwerke nöthig gewesen seyn, um einen dem Zellenrade gleichkommenden Effekt zu bewirken. Dieselben hätten aber mehr als dreyzehn Mann erfordert. Noch vortheilhafter sind die ersten drey Erfahrungen für das Zellenrad. Indessen ist es doch wegen seiner Schwere von 7 bis 8000 Pfund und derer mit der Versetzung verknüpften Kosten nicht anders als auf grofse Baustellen anzuwenden.

Ich habe ein Modell eines solchen Rades mit spiralförmigen Zellen machen lassen und an dasselbe ein Tretrad gesetzt; dessen Durchmesser ist $\frac{1}{12}$ des Durchmessers an dem von Perronet gebrauchten und in Fig. 6. dargestellten Rade, die damit angestellten Versuche gaben im Mittel, in 180 Secunden, drey Cubikschuh Wasser und zwar in 165 Umdrehungen, also in einer Minute nur einen Cubikschuh.

Solches Zellenrad hat ausser seiner Schwere auch noch den wesentlichen Fehler, dafs wenn es tief eingetaucht ist, die Zellen sich mit zu viel Wasser anfüllen; folglich wird die Maschine unnütz schwer, es mufs daher das Rad auf ein Unterlager liegen, welches mit vier Holzschrauben auf und nieder geschoben werden kann, so wie ich dies in meinem Modelle angebracht habe. Endlich ist es sehr beschwerlich: die Zellen dergestalt zu legen, wie sie gelegt werden müssen und in Fig. 7. gezeichnet sind. Zu denselben kann man sich des Bleches bedienen; dieselben vor dem holen oder offenen Gehäuse *a* Fig. 6. dergestalt abschneiden, dafs seitwärts kein Wasser ausströmt, sondern alles sich durch dieses Gehäuse ergiefst. Es mufs daher das Ganze aufs sorgfältigste gearbeitet und gelötet werden. Bey aller dieser Vorsicht wird aber dennoch die Maschine öftern Ausbesserungen unterworfen seyn.

§. 30. Eine andere Art Zellenrad ist das von einem Franzosen, Herrn de la Faye, angegebene und von Belidor mitgetheilte. Dasselbe besteht aus volutenförmigen Röh-

ren von Blech, die sich in die Axe des Rades ausleeren, und auf ein unterschlächtiges Wasserrad (an dessen Seiten) befestigt sind. Die Maschine kann daher zur Bewässerung der Wiesen gebraucht werden. Es ist auch ein solches, aber kleines, Röhrenrad in dem Garten der wienerisch-Neustädter Militär-Akademie errichtet, welches einen guten Effekt leistet. *Leupold* in seinem Theatrum Machinarum Hydraulicum Tom. 1. hat davon S. 35. eine sehr gute Vorstellung gegeben.

§. 31. Die *Wasserschnecke* (Fig. 12. Tab. 87.) gehört zu den ältesten Schöpfwerken. Einige schreiben die Erfindung davon dem Archimedes zu. Sie ist von zweyerley Gattung. Die erste Art besteht aus einem von Brettern zusammengesetzten hohlen Gehäuse Fig. 11. (Spindel) um welche eine zwey, oder drey, aus Blech gemachten Röhren-Windungen dergestalt gewunden sind, daſs ihre zentrische Linie in die Schrauben-Linie der Spindel fällt. Diese Maschine will ich daher *Röhrenschnecke* nennen. Ist nun eine solche Röhre, die beyläufig vier bis fünf Zoll im Lichten hat, angebracht, so heiſst die Schnecke eine einfache und so weiter zweyfache, welche letztere ich hier vorgestellt habe. Ihre untere Oeffnung heiſst die Einmündung oder Einfluſs-Oeffnung und ihre obere die Ausmündung oder Ausfluſs-Oeffnung. Der Abstand zwischen zwo Windungen, parallel mit der Axe gemessen, ist die Höhe eines Schneckenganges. Ich zweifle gar nicht daran, daſs diese Röhren stark genug von Glas oder gebrannten Leder gemacht werden könnten, wodurch sie nicht nur leichter, sondern auch in jedem Betracht brauchbarer als von Bley oder Blech seyn würden. Damit man die Lage der Röhrenschnecke leicht verändern kann, so mag ihr unterer Zapfen in einer beweg baren Nuſs *a* Fig. 9. liegen. Der obere Zapfen gehe durch eine auf einem Träger E, Fig. 8. u. 12. angebrachte eiserne Vorrichtung *x*. Der Träger läſst sich, mittelst zweyer Schrauben D, in einem in dem Ständer *c* angebrachten Einschnitt (den Fig. 12. zeigt) auf und nieder bewegen.

§. 32. Unter allen Schriftstellern, welche über diese Maschine geschrieben haben, hat keiner dieselbe so trefflich abgehandelt, als der Preuſs. geh. Oberbaurath Eytelwein, in seinem mit Recht geschätzten Handbuche der Mechanik und Hydraulik Seite 404. Er hat auch mit einem Modell, wobey die Röhren von Glas waren, interressante Beobachtungen angestellt. Mir sind keine andere bekannt, und ich selbst habe keine zu machen, noch diese Maschine im Groſsen anzuwenden, Gelegenheit gehabt, denn gerade diese Art von Wasserschnecken ist wegen ihrer mühsamen und kostbaren Verfertigung und des Umstandes, das sie mit Steinen, Sand u. dergl. verstopft werden kann, wenig üblich. Ja ich habe nirgends gelesen, daſs sie bey groſsen Arbeiten gebraucht worden sey.

Wenn die Einmündung der Röhre, bey ihrer höchsten Steigung noch unter Wasser bleibt, welches hier in Fig. 12. der Fall ist, so strömt die Luft, nach jeden drey oder vier Umdrehungen, in die Ausmündung der Röhre ein, und durch alle ihre Wasserbögen entsteht eine heftige Erschütterung, welche die Ausfluſsmenge ver-

mindert. Liegt hingegen der höchste Punkt der Einmündung über dem Wasserspiegel, so schöpft sie Luft, und es wird jene Erscheinung aufgehoben. Es ist daher nothwendig, dafs wenn der gröfste Effekt eintreten soll, der der Einmündung gegenüberstehenden ersten Bug der Röhre etwas in das Wasser getaucht sey. Wer sich über diese Maschine weiter belehren will, den verweise ich auf das angeführte Werk von Eytelwein; darin ist auch die *Spiralpumpe*, welche zur Hebung des Wassers auf einer grofsen Höhe, nicht aber zum Ausleeren solcher Baustellen, die Schlamm, Sand, Erde und kleine Steine enthalten, gebraucht werden kann, abgehandelt.

§. 33. Die zweyte Art von Schnecken, welche ich hier eine *Tonnenschnecke* (Tab. 91. Fig. 39. und Tab. 83. Fig. 13.) nennen will, und die in Holland *Tonnenmühle* (Tonnen-Vysels) genannt wird, ist bey Ausschöpfungen des Wassers aus Baustellen häufig im Gebrauch. Sie wird gleichfalls dem Archimedes zugeschrieben, und heifst deswegen auch die *Archimedische Wasserschnecke.* Sie besteht 1.) aus einer hölzernen, rund abgedrehten Spindel oder Welle *a*, *b* (Fig. 39. Tab. 91.), die aus Ahorn, Nufsbaum, Lerchen oder Eichenholz gemacht werden sollte, damit sie sich nicht wirft, denn es ist durchaus nothwendig, dafs sie ihre Lage behält. 2.) Auf diese Spindel kommen erlene, eichene oder kieferne bis $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Bretterchen oder Spliese (*Schaufeln*) *c*, *d*, zu stehen, *) und zwar nach der gewählten Schraubenlinie. 3.) Auf den Umfang dieser Bretter wird eine mit eisernen Reifen umgebene Bohlenbekleidung *e f* gemacht, welche der *Mantel* oder die *Tonne* heifst. In dieselbe werden die Schaufeln $\frac{1}{4}$ Zoll eingelassen, folglich müssen die einzelnen Bretter des Mantels vor ihrer Umlegung mit denen für die Schaufeln nothwendigen Fugen versehen seyn. Zugleich, wenn die Spindel, deren Zapfen in *a* und *b* liegen, herumgedreht wird, so geht natürlich auch die an dem Umfange der Schnecke befestigte Tonne oder der Mantel herum. Das in dem untern Schraubengange stehende Wasser wird daher zwischen der von Bretterchen oder Schaufeln gemachten Schneckenwindung gleichsam aufgeschroben, weswegen eine solche Schnecke, welche keinen Mantel hat, sondern sich frey in einer runden und offenen Rinne (Kumm) bewegt, eine *Wasserschraube* heifst.

§. 34. Diese *Wasserschraube* Fig. 6. Tab. 87. liegt dergestalt in ihrem Kumme: dafs die Schaufelwindungen 1$\frac{1}{2}$ bis 2 Linien davon abstehen, damit dieselbe frey und ohne anzustossen bewegt werden kann. Bey diesem Zwischenraum gilt übrigens dasjenige, was ich bereits bey Gelegenheit des Paternosterwerks anführte, dafs nämlich ein kleiner Spielraum, wegen der Anhänglichkeit des Wassers an die Seitenwände, ein zurückströmen des Wassers nicht gestatte, folglich bey solchen Maschinen nicht nachtheilig sey. Damit nun das aufsteigende Wasser nicht über den Kumm laufe, so mufs dessen Wand, an welcher das Wasser aufsteigt höher, als die andere

*) Die unterste Schaufel wird auch wohl von Eisenblech verfertigt, damit sie beym Anstossen an Steine, Sand oder Morast nicht bricht.

wand seyn. Bey dem untern zapfen mag diese letztere wand mit diesem zapfen gleich liegen; am oberen Ende aber 1 ½ bis zwey zoll höher stehen. Die höhere oder steige-wand aber, das ist diejenige, gegen welche das durch die unterste windungsöffnung eingetretene wasser anstöſst, und hinaufgefördert wird, kann ¾ bis 1 ¼ zoll höher, als der oberste Punkt der welle oder der spindel gelegt werden; nämlich beym untern zapfen, beym obern zapfen hingegen 1 ½ bis drey zoll höher. Die Beobachtung dieser vorschrift wird das seitenergieſsen des wassers über den Kumm fast gänzlich verhindern.

Was übrigens die Anlage des Kummes anbetrifft, der entweder von Holz gemacht, von ziegelsteinen und wassermörtel gemauert oder von werkstücken ausgehauen wird: so muſs dieselbe mit besonderer Genauigkeit geschehen, um die wasserschraube nicht an denselben streifen zu lassen. Dieser Kumm wird vom untern Ende hinauf bis gegen den obern zapfen der spindel ausgeschnitten, damit das wasser den windungsöffnungen frey zuströme. Nur dessen seiten bleiben unterhalb diesen Oeffnungen stehen, damit sie das unterlager des spindelzapfens, wie dies die perspectivische zeichnung Fig. 6. Tab. 87. deutlich ausdrückt, machen. Die verfertigung desselben wird indessen dadurch mühsamer, daſs die schneckengänge nicht einerley Durchmesser erhalten, wenn der ökonomische Effekt vergrössert werden soll. Die untern schneckengänge müssen nämlich gröſser als die obere seyn, damit die Queerschnitte der untern wassersäulen die obern leichter fortschieben und auch das etwa seitwärts sprudelnde wasser in den schneckenwindungen nicht die Queerschnitte der wassersäulen niedriger mache; kurz damit alle Gänge gleich hoch und mit wasser gefüllt werden. Nach der Erfahrung mag diese zusammenziehung des Kummes oder die verjüngung der schraube 2 ⅓ der untern Kummweite betragen. Es muſs daher der Durchmesser des Kummes von schuh zu schuh auf einer Chablone abgerissen seyn, denn sonst läſst sich das Mauerwerk nicht genau anlegen. Ueberhaupt ist ein solcher gemauerter Kumm, der gröſsten Theils aus Rollagen verfertigt wird, für gewöhnliche Maurer gar keine Arbeit und dieselbe ist nur bey den groſsen windschöpfmaschinen in Holland nothwendig: weil bey den kleinen wasser-schrauben ein hölzerner Kumm gebraucht wird. Dieser Regel ungeachtet muſs man sich die Wirkungsart einer wasserschraube nicht so vorstellen, daſs der zwischen zwo windungen befindliche Raum ganz mit wasser angefüllt sey; sondern es ist eine niedrigere wassersäule, welche aufgefördert wird und die gleichsam längs der wand eines schraubenganges hingleitet und aufsprudelt.

Das beschwerlichste bey verfertigung solcher schnecken oder wasserschrauben besteht in Einsetzung der die schneckenwindnngen bildenden Bretter (schaufeln) *A B* Tab. 91. Fig. 40. *b*. Folgende Anweisung wird dies näher beweisen. Ich wähle dazu eine wasserschraube mit drey schneckengängen oder windungen I. II. III., weil dieselbe der wasserschraube mit einem oder zweyen Gängen, das ist, einer *einfachen* oder einer

doppelten schnecke vorzuziehn ist, da das Einströmen des wassers in kürzeren zeiträumen erfolgt, wenn die windungsöffnungen nahe auf einander kommen. Auch kann dabey derjenige winkel, den der umgang des schraubenganges *I A C* mit einem Längenschnitt der Axe oder der spindel *D E* macht, gröfser seyn, als wenn zwey schneckengänge gewählt werden; denn es darf der senkrechte Abstand zweyer windungen, d. i. die Höhe der windungsweite, nicht gröfser als die Höhe der schaufeln *A B* oder die Breite der windung seyn. So ist z. B. hier dieser winkel 20°, wo er sonst bey den einfachen schnecken nur 11 Grad beträgt. Nun ist es aber klar, dafs in einer jähe steigenden schneckenwindung dafs wasser mit gröfserer Kraftanwendung aufgefördert werden mufs, als in einer sanft aufsteigenden; folglich hat allerdings die Gröfse des windungswinkels oder die Höhe I. IV. eines schneckenganges, einen Einflufs auf den ökonomischen Effekt, den die wasserschraube leistet.

Wenn nun die welle oder spindel *E D* nach ihrem bestimmten Maafse auf der Drehbank gedreht ist: so wird darauf die Höhe eines jeden schneckenganges abgesteckt, ihr umfang so wie diese Höhe in 8, 12 oder 16 gleiche Theile getheilt, und nach den Diagonalen derer zusammen stofsenden vierecke, von dem Anfang der windung bis zum höchsten Punct des schneckenganges, d. i. von *I* nach *F*, Fig. 406, mit einem Linial von starkem Pappendeckel oder Fischbein auf der welle eine Linie *I B F* gezogen, welche die windung bezeichnet. Jetzt wird in dieser Linie die Breite einer schaufel an ihrer wurzel, dividirt, um zu sehen: ob auch die Anzahl der schaufeln genau darin aufgehn, oder ob man entweder die Höhe des schneckenganges etwas gröfser oder kleiner machen müsse. Diese Breite kann $\frac{1}{12}$ der schaufelhöhe *C F* betragen. Einige haben nach einer solchen windung in die spindel eine vertiefung ausgestemmt und in dieselbe ein Holz eingelegt; auf dieses ein zweytes u. s. w. mehrere Hölzer, bis die schnecke ganz die für sie bestimmte Breite hat. So lehrt wenigstens vitruv in dem xten Buche die verfertigung der wasserschraube. Noch andere setzen in diese vertiefung die schaufeln 1, 2, 3, Fig. 7. Tab. 87. ein, ohne die stufenförmige Figur zu berechnen.

Mehrere machen die windungen aus gröfsern stücken und bearbeiten dieselben so lange, bis sie nach einem Musterstücke, die vorgeschriebene Form erhalten haben.

Diese constructionen stehen folgender, deren man sich, wie ich gesehen habe, in Holland bey den grofsen wasserschrauben, welche von windflügel in Bewegung gesetzt werden, bedient, weit nach.

Nachdem die 18 zoll starke spindel (Fig. 41. Tab. 91. ist ein Theil davon) *) genau rund gedreht ist, so wird ihre oberfläche von der Einflufswindung, d. i., ihrer

*) Die Spindeln werden gröfstentheils von Ahorn und die Schaufeln von Erlenholz gemacht; denn jenes wirft sich nicht und dieses widersteht im Wasser der Fäulnifs sehr lange. Beyde Holzgattungen sollte man nach der Bearbeitung eine halbe Stunde in Oehl sieden, um ihre Stärke zu vermehren und ihre Dauer zu verlängern.

Länge (hier 21′ 7″ *)) nach, in so viel gleiche Theile 1, 5, 6, 7 u. s. w. getheilt, als die Dicke einer Schaufel *a e* **) auf diesen Abstand der Endewindungen geht, welche Anzahl Theile jedoch durch die Zahl der Schneckengänge dividirt, keinen Rest geben darf, wie dies schon gezeigt wurde. So ist z. B. hier dieser Abstand 21′ 7″ = 259 Zoll, dividirt man darin 2, 4 Zoll, als die Dicke einer Schaufel *a e*: so erhält man 108 Abtheilungen. Werden diese durch die Zahl der Schneckengänge (4) dividirt: so erhält man 27 Abtheilungen 1. 2. 3. u. s. w. auf die Höhe eines jeden Schneckenganges oder für den Umkreis der Spindel. Sind nun jene 108 Theile 5. 6. 7. u. s. w. auf eine nach der Länge der Spindel gezogene Linie abgesteckt, so werden auf die in der Drehbank befindlichen Spindel (mit dem Dreheisen) nach allen diesen Theilungspuncten Linien eingeritzt. Die Schaufeln müssen daher so in die Theilungsquadrate eingesetzt werden, wie dies in Fig. 41. angedeutet ist; wo sie dann zu ihrer Breite die Diagonale der Quadrate erhalten, die hier 3 Zoll beträgt. Bey den Handschnecken ist dieselbe einen bis $1\frac{3}{4}$ Zoll.

Um nun die Breite der Schaufeln nach ihrem Rande zu bestimmen, so muſs der Durchmesser der Schnecke und zwar der untere, welcher gröſser als der obere ist, bestimmt werden. An denen von Handarbeitern betriebenen neun bis 20 Schuh langen Schnecken beträgt derselbe bey einer Spindellänge von 9 Fuſs, 14 bis 18 Zoll; von 12 Fuſs, 20 Zoll; von 15′ vier und zwanzig Zoll, von 13′, 27 Zoll, von 20′ dreiſsig Zoll. Bey der hier erklärten Wasserschraube, die von Windflügel in Bewegung gesetzt wird, ist derselbe 67,5 Zoll, nämlich unten; oben aber 64,565 Zoll. Die Höhe oder Länge einer Schaufel ausserhalb der Spindel hängt daher von diesem Durchmesser und der Spindeldicke ab ***). Hier ist sie 24,75 Zoll. Bey der Handschnecke müssen die Schaufeln (*A*, *B*. Fig. 42.) $1\frac{1}{2}$ Zoll, bey den groſsen Wasserschrauben $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll in die Spindel (bis *b*) eingesetzt werden. Da wir hier vier Schraubengänge und drey Windungen haben, so erhalten wir eilf Windungsweiten, nach der Axe der Spindel gerechnet (Fig. 6. Tab. 88.). Es stehn sonach diese Windungen nach der Länge der Spindel, auseinander $\frac{21' + 7'}{11} = 23{,}545$. Zoll, welches von der Schaufelhöhe 24, 75 Zoll

*) Der Anfang von den drey Windungen steht vom Zapfen 7″ entfernt; bey den Ausguſswindungen beträgt diese Entfernung zwey Schuh. Jener also beiläufig 1/3, diese 1 1/3 der Spindeldicke.

**) Dieselbe ist bey den gewöhnlichen Schnecken oder Wasserschrauben, welche durch Menschen in Bewegung gesetzt werden, 1/2 bis 1 Zoll, bey den groſsen Holländischen Wasserschrauben zwey Zoll bis 2,4 Zoll.

***) Da bey den Handschnecken die Spindel 5″ bis 9″ stark ist, so erhält man für die Höhe der Schaufeln $\frac{18-5}{2} = 6{,}5''$; $\frac{20-6}{2} = 7''$; $\frac{24-7}{2} = 8{,}5''$; $\frac{27-8}{2} = 9{,}5''$ und $\frac{30-9}{2} = 10{,}5$ Zoll. Gewöhnlich findet man aber, daſs die Tonnenschnecken einerley Windungsweite haben, sie mögen lang oder kurz, groſs oder klein, im Durchmesser, seyn. Dieselbe beträgt nämlich fast immer sechs Zoll. Daher sie denn auch einen zu geringen Effekt leisten,

wenig abweicht: mithin ist die oben gegebene Regel in der Praxis anzuwenden; dafs nämlich die Höhe der Windungsweite nicht gröfser als die Höhe der Schaufeln oder dieser beynahe gleich seyn müsse. Was die Bestimmung der obern Breite jeder Schaufel anbetrift, so zeigt sich Fig. 43., dafs die Breite an der Schaufelwurzel 32 mal auf den Umkreis der Spindel *d* ausgetheilt werden kann. Man würde sonach auch eben so viele Schaufeln erhalten und die obere Breite 1. 2, leicht nach dem Durchmesser der Wasserschraube bestimmen können, wenn nicht die Schneckenwindungs-Linie beyläufig $\frac{1}{13}$ solchen Theiles, der in dem Zirkel ausgetheilt wird, mehr zur *wahren Breite* erforderte. Zum sichersten läfst sich diese ausmitteln, wenn die Schaufeln, welche etwa auf einer Höhe eines Schneckenganges gehn, zur Probe eingesetzt sind.

Ehe auf diese Weise die Schaufeln nach einerley Gröfse gearbeitet werden, kömmt nun das Einstemmungsfeld *a e f i* Fig. 41. in die Spindel für jede Schaufel zu bestimmen. Dasselbe mufs nämlich nach einer solchen Lage geschehen, dafs die erste Schaufel *A. B.* Fig. 42. um ihre Dicke 1. 2. von der Linie, die auf der Ebene der Spindel gezogen wird, abweiche. Eine gleiche Abweichung erhält die erste Schaufel 1. 2. 3. 4. (Fig. 48.) des Anfangs jeder Windung von der auf der Spindel aus der Ecke 2 fallenden Verticallinie 2. 5. so, dafs die erste Schaufel übergebogen steht. Sind nun die Schaufeln mittelst Drathspitzen *a a a* Fig. 43. aneinander befestigt und in die Spindel 2 $\frac{3}{4}$″ oder $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Schaufelhöhe, eingetrieben: so wird beynahe der ganze Theil *a e g* Fig. 41. einer jeden Schaufel abgestemmt, und zwar die Oberfläche x, Fig. 40. *b.* und 41. eines jeden Schneckenganges, auf welcher das Wasser aufsteigt. Die untere Fläche *y* bleibt aber stufenförmig.

Jetzt kömmt es an die oben erwähnte Erweiterung der Schnecke von oben nach unten; wozu also die Schaufeln, je näher sie der Ausflufswindung stehn, etwas mehr bis endlich $\frac{1}{23}$ der Höhe abgenommen werden müssen. Um dieses zu bewerkstelligen wird ein Richtscheit über die in der Drehbank horizontal liegenden Wasserschraube dergestalt befestigt, dafs dasselbe um $\frac{1}{23}$ der Schaufelhöhe gegen die Ausflufswindung von der Horizontallinie abweicht. Jetzt wird auf das Richtscheit ein grofser Zirkel gesetzt, in dessen einen Fufs ein horizontal aufstehendes Stift befestigt ist. Dieses Stift streift genau die obere Kante der untersten Schaufel. Ueber jeder Windung wird nun der Zirkel auf das Richtscheit gesetzt und mittelst des Stiftes die wahre Höhe der Schaufeln, indem die Schnecke um ihre Axe gedreht wird, eingeritzt, nach welcher Linie dieselben abgenommen werden. Endlich ist noch die Abraspelung der innern Oberfläche von den Schneckengängen, mit einer Raspe, während die Schnecke gedreht wird, zu bewerkstelligen, wodurch eine glatte Fläche entsteht, über welche das Wasser leichter, als auf eine stufenförmige aufgetrieben wird. Wo dann noch in den Stemmlöchern, worin die Schaufeln eingestemmt werden, Ritze sind, wird ein in Oehl getränktes Werch eingetrieben. Die Schnecke sowohl als der Kumm wird mit ein

gekochtes Gemische von Oehl, Pech und Theer, wenn es noch heiſs ist, zweymal getränkt.

Enthält die Schnecke einen Mantel oder eine Tonne, so wird auch diese mit solchem Gemische getränkt. Die Tonne, in welche die Schaufeln ein bis 1½ Zoll tief eingelassen sind, wird alle drey bis fünf Schuh mit dünnen eisernen oder guten haselnen Reifen gebunden; die erstere wird mittelst Schrauben zusammen gehalten. Es muſs hier noch bemerkt werden, daſs der gewöhnliche eiserne Beschlag solcher Tonnenschnecken viel zu schwer ist, als wodurch die Kraft nur unnöthiger Weise vermehrt werden muſs.

§. 35. Die gewöhnlich unter einem Winkel von 30 bis 60 Grad mit dem Horizont gestellten Tonnenschnecken werden von zwey oder vier Arbeitern mittelst Stoſskurbeln *g h* Fig. 39. Tab. 91. in Bewegung gesetzt. An der kleinsten Gattung, die von zwey Mann betrieben werden, sind die Stoſsstangen unnöthig, sondern die Kurbeln hinreichend. Perronet bediente sich einer acht Schuh langen und 18 Zoll im Durchmesser groſsen Tonnenschnecke, welche unter einem Winkel von 30 Grad lag, die das Wasser 3½ Schuh hoch aufförderte, und von zwey an einer Kurbel angestellten Arbeiter umgedreht wurde. Bey heftiger Anstrengung der Arbeiter wurden 30 Umdrehungen in einer Minute gemacht, uud neun Cubik-Schuh Wasser aufgefördert, welches nur 540 Cubik-Schuh in der Stunde giebt.

§. 36. Die Tonnenschnecken haben den Theoretikern vielen Stoff zu Calculationen gegeben. Insbesondere hat sich der Prof. Hennert zu Utrecht damit beschäftigt. Derselbe schrieb über diese Maschine eine scharfsinnige und gelehrte Abhandlung (Dissertation sur la vis d'Archimede), und Karsten hat im 6ten Theil seines Lehrbegriffs der Mathematik §. 515. u. s. w. den wesentlichen Theil des Inhalts derselben widerlegt. Endlich macht Langsdorf in seinem trefflichen Lehrbuche der Hydraulik §. 572. die Bemerkung, daſs auch Karsten die Schwierigkeiten der Theorie dieser Maschine nur gezeigt habe, ohne sie zu heben. „Ueberhaupt sagt §. 574. derselbe, „ist wohl die ganze Theorie für die Bestimmung der Geschwindigkeit, mit welcher „das Wasser in jedem Augenblick in der Schnecke, vermöge der in dasselbe wirken„den beschleunigenden Kraft, fortfliessen muſs, für die Ausübung sehr entbehrlich „und ohne allen Nutzen, wenn man nur die Umdrehungs-Bewegung so einrichtet, „daſs die gesammte Umlaufszeit nicht zu geringe ausfällt.“ Auch der Preuſs. geh. Oberbaurath Eytelwein hat in seinem Handbuche der Mechanik §. 264. diese Maschine mit vielem Scharfsinn erörtert, und auf einige mit einem Modelle gemachten Versuche ein Raisonnement gegründet.

§. 37. Von der Wirkung groſser Tonnenschnecken sind in der oben erwähnten Hennertschen Preisschrift und in einem von die Herrn Noppen und Klinkenberg im Jahre 1763 verfaſsten Rapport wichtige Resultate mitgetheilt. Drey Tonnenschnecken wurden nämlich von einer Windmühl-Welle oder zwey Ruthen, zu 86 Fuſs Flucht,

in Bewegung gesetzt. Sie lagen unter einem Winkel von 60 Grad geneigt. Jede Schnecke war 14 ½ Fuſs *) lang, und hatte drey Windungen. Sie waren vier Schuh im Unterwasser getaucht, und schöften das Wasser acht Schuh hoch auf. Ihr oberer Durchmesser hatte 70, 72, 74 Zoll, der untere war drey Zoll stärker, woraus die im vorigen §. erwähnte Erweiterung entstand. Bey der nördlichen Schnecke war der Querschnitt der ersten Windungsöffnung 1,36 Quadrat-Fuſs, bey der mittlern 1,419 Fuſs, und der südlichen 1,469 Fuſs. Bey jedem Umlauf der Mühlwelle machte die Schnecke 1 ½ Umgänge. Die angestellten Beobachtungen über den Effekt wurden mit den Beobachtungen einer Wurfradmühle, die das Wasser vier Schuh hoch aufwarf, und ein 20 schuhiges Wurfrad, dessen Schaufeln 18 Zoll breit waren, hatte, verglichen. Diejenige Beobachtungen, welche bey einem gewöhnlichen Mahlwinde, der in Holland fast ⅓ des Jahres über weht, angestellt wurden, sind ohne Zweifel für die Praxis die brauchbarsten. Dieser Wind legt 20 bis 30 Schuh in der Sekunde zurück, wobey die Windmühlflügel 11 bis 15 Umschwingungen in der Minute machen.

Diese Beobachtungen will ich also vorzugsweise in folgender Tabelle aufheben.

Anzahl der Umgänge eines jeden Flügels in der Minute. **)	Von der Wurfradmühle.	Von der nördlichen Schnecke.	Von der mittleren Schnecke.	Von der südlichen Schnecke.	Von allen drey Schnecken zusammen.
11,25	1242,67	221,7	279	295,5	796,2
12,50	1372,87	262,5	335	333,3	930,8
13,75	1501,50	282,9	288,2	363,8	935,0
15,00	1625,40	313,2	362,2	387,4	1062,8
Bey einem stärkeren Winde fördern die Maschinen bey jedem Umgange weniger Wasser auf; wiewohl die Geschwindigkeit mehr als doppelt so groſs, als die in dem ersten Versuch vorkommende ist. So war z. B.					
25	1943	357	414,7	435	

§. 38. Was die frey in einem Kumm liegenden Wasserschrauben, die man in Holland durch Windmühlflügel treiben läſst, Fig. 5. Tab. 87., anbetrifft, so sind dieselben noch von einem gröſseren Effekt, als die Tonnenschnecken. Die Flügel haben 80 bis 96 Fuſs Flucht. Der Kumm wird von Klinkern (Ziegeln) ausgemauert. Auf die Schraubenspindel steht ein Kammrad *a*, welches in den Drehling *b* der stehenden Welle, die oben einen zweyten von dem an der Windmühlwelle befestigten Kammrade *h*, in Bewegung gesetzten Drehling hat, eingreift.

Diese Zeichnung macht übrigens die Maschinerie so deutlich, daſs eine weitere Erklärung überflüssig ist. Ich bemerke daher nur noch, das Fig. 16. die Hälfte des

*) Es wird hier rheinländisch Maas verstanden.

**) Die Schnecke macht beynahe 1 2/3 Umgang bey einen Umgang der Flügel oder Mühlwelle.

horizontalen Schnittes der Mühlhaube, folglich auch die Mühlwelle und alle merkwürdigen Theile darstellt. Ueber den ökonomischen Effekt der neuesten in Holland erbaueten Wasserschraubenmühlen sind mir keine Beobachtungen bekannt.

Die zwey Modelle, welche ich von Wasserschrauben besitze, haben, nach wiederholten Beobachtungen, folgendes Resultat gegeben. Das kleine Modell ist von den untern Schraubenwindungen bis zu den obersten 1′ 9″ 6‴ wiener Maas, das grössere 3′ 7″ lang. Der Durchmesser von jenem ist unten 5 ½″, oben 5 ¼ Zoll; von diesem doppelt so grofs. Beym ersten sind die Schaufeln 2 ¼″ hoch, die Windungsweite beträgt 1 ¾. Bey dem grofsen Modell ist jene Höhe 3 ½″, und diese 25/8 Zoll. Jede Schraube hat drey Windungen. Sie war unter einem Winkel von 30° gestellt. Die Förderungshöhe betrug von der grofsen Schraube 21, bey der kleinen 10 ½ Zoll. Alles in wiener Maafs.

Oekonomischer Effekt.

Bey dem grofsen Modell der Wasserschraube auf 30 Grad gestellt.			
Zeit in Secunden.	Anzahl der Umdrehungen.	Wassermenge in einer Minute.	Wassermenge in einer Stunde.
		in Wiener Cubik-Schuhen.	
122	200	7,868	472,10
110	172	8,727	523,63
114	180	8,421	505,30

Bey dem kleinen Modell der Wasserschraube auf 30 Grad gestellt.			
Zeit in Secunden.	Anzahl der Umdrehungen.	Wassermenge in einer Minute.	Wassermenge in einer Stunde.
		in Wiener Cubik-Schuhen.	
300	588	2,200	132
105	200	2,866	172
165	220	1,816	109
205	236	1,500	90
66	104	1,818	109,8

Das grofse Modell kann noch von einem neunjährigen Kinde füglich in Bewegung gesetzt, und eine halbe Stunde über darin unterhalten werden.

§. 39. Unter allen Schöpfmaschinen, welche durch die Kräfte des Windes, des Wassers, der Thiere und Menschen in Bewegung gesetzt werden, ist die Wasserschraube die vorzüglichste, und der Tonnenschnecke schon deswegen weit vorzuziehen, weil dabey die Last der Tonne nicht zu überwinden ist, und die Schraubengänge nicht mit Steinen, Schlamm und Wurzelwerk angefüllt werden können, indem man solches gleich gewahr wird, und augenblicklich herausnehmen kann. Bey den Tonnenschnecken hingegen mufs der Mantel aufgeschlagen werden, um die Ursache der Verstopfung zu entdecken. Die Wasserschraube würde auch gewifs häufiger im Gebrauch seyn, wenn sie nicht mit etwas Mühe und Genauigkeit, wozu man die gewöhnlichen Handwerker nicht bringen kann, verfertigt werden müfste. In Holland aber, wo dergleichen Maschinen mit vieler Genauigkeit verfertigt werden, bedient man sich ihrer zu grofsen Austrocknungen sehr häufig, weil sie in der Wirkung alle übrigen Maschinen, aufser die Dampfmaschine, übertrifft. Im allgemeinen leistet die

wasserschraube bey gleicher Kraftanwendung und Förderungshöhe mehr als viermal so viel, wie ein Schaufelwerk. Dies haben auch die Resultate meiner Beobachtungen bewiesen.

§. 40. Daſs die gewöhnlichen kleinen Tonnenschnecken, deren man sich zur Trockenhaltung der Baustellen bedient, wesentlichen Verbesserungen fähig sind, indem sie eines Theils fast alle, von welcher Gröſse sie auch sind, nur einerley Windungsweiten, etwa von sechs Zoll groſs, haben, andern Theils aber bey ihrer Umdrehung bloſs die Kurbeln in Anwendung kamen, dies ist bekannt. Wir finden daher in Belidors Wasserbaukunst Tom. II. §. 224. eine Vorrichtung, mittelst welcher die Wasserschnecke durch einen in zwo Zapfen spielenden Schwungrahmen in Bewegung gesetzt wird; wobey noch zwey Schwungräder angebracht sind. Diese Vorrichtung ist meines Wissens aber bey groſsen Baustellen nicht weiter gebraucht worden, bis sie im Jahr 1803 in der Festung Ollmütz in Mähren — von dem K. K. Ingenieur - Hauptmann von Weidenthal — eine wesentliche Verbesserung erfahren hat. Ich habe die von demselben angegebene Maschine in Ollmütz in Wirkung gesehen und kann daher als Augenzeuge ihre praktische Brauchbarkeit verbürgen.

Diese Tonnenschnecke ist mit ihrer Zugmaschine auf folgende Weise construirt (Tab. 83.). Der untere Zapfen *a* Fig. 9. sowohl als die Kurbelzapfen *g* Fig. 11. ist von Eisen und mit einem Blatte versehen und so in die hölzerne, sechs Zoll dicke Spindel der Schnecke eingelassen, damit sie sich nicht drehen können. Die letzte oder Schöpfschaufel *) *a* Fig. 10., welche von Eisen ist, hat an der innern Seite einen 1 $\frac{1}{2}$ Zoll hohen Rand, um dasjenige Wasser, welches bey der Umdrehung der Maschine sonst zurück fällt, in den Schneckengang zu erhalten und die groben Materialien als Steine u. d. gl. den Eintritt in die Schnecke zu verwehren. An der Stelle der gewöhnlichen Kurbel ist in *D.* Fig. 13. und 8. ein zwey Fuſs hohes Schwungrad angebracht. Dasselbe hat an dessen Umfang drey Gewichte *c* (Schwungkolben) jedes von 25 Pfund schwer (die Kraft eines Menschen beym Stoſs) erhalten, damit während dem Beharrungsstande der Maschine ſtets ein Gewicht als Ueberwucht wirkt. Der obere eiserne in die hölzerne Spindel eingelassene Blattzapfen *G* Fig. 11. ruht mit seinem Bewegungspunkt (*i*) der aus einem gut gehärteten stählernen Spitz auslaufenden Knopf (*i*) besteht aus ein von Metall oder Glockenspeise gemachten 8'' langen 1 $\frac{1}{2}$ bis 1 $\frac{3}{4}$ Zoll dicken Pfanne, die auf das Bockgestell *y y y* (Fig. 13.) befestigt ist. Täglich wurde auf dieser 4 bis 5 Tropfen Baumöl gegossen, anstatt sonst bey den gewöhnlichen Maschinen der Art viel Schmiere zu dem Lager gebraucht wird, wobey täglich 3 $\frac{3}{4}$ xr. erspart wurde. Die Pfanne hat in der Mitte eine Breite von 2 $\frac{3}{4}$ Zoll und für den Ring oder Kopf *i* einen unmerklichen Ausschnitt, worin derselbe genau paſst. Der Grundriſs Fig. 12., so wie die Ansichten Fig. 13. und 14. zeigen die Schwellen *K*. Die

*) Die übrigen fichtenen Schaufeln sind 1/4 Zoll dick und die tannenen Hölzer des Mantels haben eine Dicke von einen Zoll.

Tragsäule *L*, über welche ein eiserner Bügel *ϱ ϱ*, *u u* geht, dessen zwey Arme *r r* an die zwey Schwungbäume *T*, durch Schrauben *v v* befestigt sind. Der Bügel *u u* selbst Fig. 14. bewegt sich über einen Zapfen *o* (Fig. 13.) An den Schwungbäumen *T* sind zwey Handgriffe *w w* angebracht, an denen zwey Arbeiter angestellt sind, und die die Schwungbäume hin und her bewegen. Diese Griffe stehen aber mit dem Zapfen 4. des Schwungrades *D* (Fig. 13.), mittelst der Gabel *h l h l* (Fig. 12.), und der Stofsstange *J* in Verbindung, indem die eiserne Hülse oder der Ring *g t* (Fig. 12. u. 15.) auf den Zapfen des Schwungrades *D* gesteckt ist; durch welchen ein Spliefs geht, der diesen Ring hält, dafs er nicht abgleitet. Damit aber die Schwungbäume *T*, woran die Gabel *h l l h* Fig. 12. dergestalt angeschraubt ist, dafs der Hebelarm *h* Fig. 14. so lang als möglich sey, an die stehende Säule *L*, nicht anstreifen, so sind an derselben zwey 2 Zoll starke hölzerne Streiffedern *x x* Fig. 16. befestigt. Die übrigen Theile der ganzen Vorrichtung werden von den Zeichnungen und denen darauf befindlichen Buchstaben erklärt. Die Hülse erhält den Bug *t g f* Fig. 12., um das Anstreifen der Stange *g f* an das Schwungrad zu verhindern: denn diese Stange mufs mit der Schneckenspindel, des vortheilhaften Zuges wegen, einen rechten Winkel machen, welches aber nicht geschehen könnte, wenn dieser Bug *t g f* nicht statt fände.

Die Wirkung dieser neuen Vorrichtung hat den Erwartungen des Erfinders vollkommen entsprochen. Bey den gewöhnlichen Tonnenschnecken von 18 Schuh Länge, und einen Fufs im Durchmesser, wurden nämlich acht Mann, und mit der zweystündigen Ablösung sechszehen gebraucht. Diese Erfindung erforderte nur zwey Mann, und mit der Ablösung viere. Die gewöhnliche Schnecke wurde in einer Minute 24 mal herumgetrieben, und förderte 360 Cubik-Schuh Wasser in der Stunde auf, indem sie bey jeder Umdrehung $\frac{1}{4}$ Cubik-Schuh ausgofs. Mittelst dieser beschriebenen Zugmaschine förderte man hingegen 962 $\frac{1}{2}$ Cubik-Schuh Wasser in der Stunde auf, indem die Schnecke bey jeder Umdrehung $\frac{11}{24}$ Cubik-Schuh ausgiefst, und in der Minute 35 mal umgedrehet wird. *) Dafs diese Schnecke aber bey jeder Umdrehung $\frac{5}{24}$ Cubik-Schuh mehr Wasser ausgiefst, als die gewöhnliche, beruhet darauf *a*) weil die Schneckengänge einen Zoll weiter sind; *b*) der Beharrungsstand von der Maschine wegen des Schwungrades gleichförmig ist, und endlich *c*) weil der Drehungspunkt *i* nur eine kleine Fläche ausmacht: mithin wenig Reibung verursacht. Diese letztere Vorrichtung verdient in der Praxis, bey ähnlichen Maschinen, Nachahmung.

Ich hatte den Hrn. von Weidenthal ersucht: über den ökonomischen Effekt bey verschiedenen Lagen der Maschine, Beobachtungen anzustellen, und derselbe hat die

*) Die von Perronet gebrauchte förderte auf eine weit geringere Höhe nur 540 Cubik-Schuh auf. Seite 59. des Perronetschen Werkes.

Güte gehabt, diesen Wunsch zu erfüllen. Die Resultate sind folgende. Die Schnecke erforderte, unter einem Winkel von 45 Grad gestellt, die gröſste Kraftanwendung, und wiewohl sie, bey 45 bis 50 Grad, leichter herumgedreht wurde, so goſs sie doch immer weniger Wasser, und zuletzt bey 50 Grad fast keines aus. Von 45 bis 25 Grad goſs die Schnecke, bey stets leichtern Gange, mehr Wasser, und bey 25 Gr. fast alles aus, was die Mündung einnahm. Unter einem Winkel von 20 Grad gieng zwar die Schnecke leichter, aber der ökonomische Effekt war auch geringer. Herr von Weidenthal bemerkt noch: daſs die Wassermenge bey 25 bis 30 Grad Stellung fast die nämliche gewesen sey.

Ueber diese Zugmaschine Fig. 12. ist ein Bretterdach gelegt, um die Arbeiter gegen Sonnenhitze und Regen zu schützen.

In zwey Monathen betrug die Ersparniſs bey drey solchen Tonnenschnecken 5096 fl.; wahrlich ein nicht geringer Vortheil für das Aerarium. Daſs übrigens diese Vorrichtung auch bey den Wasserschrauben angewendet werden kann, versteht sich von selbst.

§. 41. Zu den groſsen Austrocknungen ist nächst der Dampfmaschine und der Wasserschraube, das im XV. Jahrhundert in Holland erfundene *Wurfrad* die vorzüglichste Maschine, deren man sich aber, ausser in Holland, nur selten bedient, weil sie schon eine beträchtliche Geschwindigkeit des Windes bedarf. Ein Wurfrad *a* Tab. 86. Fig. 1. 2 u. 3. und Fig. 26. besteht 1) aus vier, an einer Welle befestigten Kreutzarme, welche zugleich vier Wurfschaufeln bilden, zwischen denen die übrigen Schaufeln angebracht sind. 2) Von jedem solchem Arm zum andern wird ein Holz, welches etwas breiter als die Schaufeln sind, gelegt, in welchem die andern Schaufeln eingelassen werden, und längs diesen kommen die gebogenen acht Gurtungen, wie dies in Fig. 2., deutlich ist. Indem nun das Rad oder die Schaufeln herumbewegt werden, so werfen diese das Wasser vier bis fünf Schuh hoch (Fig. 1. und 2.) auf. Damit das Wasser aber aus dem obern Graben (Mahlbusen) nicht in den untern zurück laufe, wenn die Wurfradmühle steht, so ist ein Thürchen zum Verschlieſsen des Gerinnes in 4 nothwendig, und dieses heiſst die *Wachtthüre*. Die Bestimmung der Schwelle dieser Wachtthüre und ihre obere Kante ist besonders in Holland, wo die hohen Gewässer der Mahlbusen groſse Bezirke überschwemmen würden, sehr wichtig, und ich verweise deswegen den wiſsbegierigen Leser auf die Materie von Nordhollands Wasserstaat, wo ich dieselbe abgehandelt habe. Wie das Wurfrad aber mittelst der Windflügel in Bewegung gesetzt wird, das zeigt Fig. 3. ohne alle Erklärung, wo es in *a* von vorne gezeichnet ist.

Bey den neuesten Austrocknungen von *Nieukoop* in Holland hat der jetzige General-Inspector *Blanken*, statt der hölzernen Gurtungen zwey dünne eiserne Reife *F. g.* Fig. 44. Tab. 91. durch die Wurfschaufeln *i* gezogen. Welche Construction von gröſserer als die gewöhnliche ist, und die Schwungkraft des Rades vermehrt.

Wobey nämlich bemerkt werden mufs: dafs an beyden Seiten der eisernen Reifen und den Schaufelbrettern *m* zwey dünne Holzstriefen *e d* angesetzt, und daran mittelst Holzschrauben befestigt werden. Damit die Arme 1, 2. 3. 4. recht fest liegen, so werden, zwischen denselben und dem viereckigen Futter *k* der Welle, die Keile *h* eingetrieben. Ein jedes Wurfrad *a* (Fig. 3. Tab. 86.) hängt dergestalt in einem Gerinne, *) dafs zu jeder Seite desselben ein Spielraum von zwey Zoll bleibt. Die Schaufeln haben eine Breite von 14 bis 22 Zoll rheinländisch, und sind zwey Zoll stark. Der Durchmesser des Wurfrades ist 16 bis $21 \frac{1}{2}$ Schuh.

Zuweilen treiben zwey Windruthen oder vier Flügel zwey Wurfräder, welches in Tab. 91. Fig. 1. und 2. dargestellt ist. Das an der Flügelwelle *a b* befindliche Kammrad *c* hat 52 Kämme, welche das Getriebe *d* in Bewegung setzen. Das an der Welle *d e* befindliche Stirnrad *f*, setzt die zwey Getriebe *g* und *h*, mithin auch die Unterm *l* und *k*, die Kammräder *m* und *n*; endlich auch die zwey Wurfräder in Bewegung. Solche bey Rotterdam stehende Mühle wirft mit einem Rade das Wasser fünf Schuh; wenn beyde Wasserräder gehen, drey Schuh hoch auf.

§. 42. Ehe ich nun über den Effekt der Wurfradmühlen, die in Holland angestellten Beobachtungen mittheile, will ich die Einrichtung der verschiedenen Theile einer Windmaschine näher beschreiben. Ihr oberer Theil besteht aus der sogenannten *Haube* **) *d c* Fig. 1. 2. 3. Tab. 86., welche auf den 14 zu 15″ starken *Träger g* gesetzt ist. Auf diesem ruht die vorne 28″ und hinten 20″ in Viereck starke Flügelwelle *e*, durch welche die 13 zu 14″ starke *Ruthen f* dergestalt durchgehen, dafs sie ein rechtwinkeligtes Kreutz machen, welches dem Winde entgegen stehen mufs. Die Hälfte einer Ruthe heifst ein *Flügel*. Damit man nun diese stets

*) In Fig. 4. Tab. 86. ist dies sehr deutlich dargestellt, worin das Wurfrad von Fig. 1. gezeichnet ist. *a* ist dieses Wurfrad, welches beym Unterlager, das aus Stein besteht, mit eisernen Schienen beschlagen ist. *b* ist das Kammrad, und *o* die stehende Welle oder Spindel. In Fig. 27. ist das Gerinne 5. 6. mit der Wachtthüre 4. und dem Pfahlgrunde aus 36 langen Pfählen bestehend, worauf das Mühlgebäude steht, gezeichnet.

**) Fig. 6. Tab. 86. zeigt den Querschnitt von der Haube und Fig. 3. Fig. 7. das Sturmgebind der Haube, im Querschnitt. Fig. 8. des *untern Stuhls* 9. (Fig. 3.) Grundrifs, Fig. 9. ist dessen Schwelle. Fig. 10. das Stuhlstück. Fig. 11. das Stuhlstück von dem *obern Stuhl r* Fig. 3. und *d* Fig. 12.. worin die verticale Welle sich bewegt. Fig. 13. Grundrifs des steinernen Trägers, welcher oberhalb dem Stuhl *r* liegt. Fig. 14 horizontaler Durchschnitt der Haube am Boden. Fig 15. die Axe des Wurfrades von Fig. 1., welche 16 Zoll ins Gevierte stark ist. Fig. 16. die verticale Welle oder Spille von Fig. 1., die 15 Zoll ins Gevierte mifst, und auf ihrem Träger oder Steg *y* steht; *x* ist die Welle des Wurfrades im Durchschnitt. Die Seitenständer heifsen die Scheerstiele, und sind 10 zu 16 Zoll vierkantig. Fig. 17. stellt einen Theil der Spindel in Fig. 3. dar, nämlich in *p* ist der untere, und *r* der obere Stuhl. Fig. 18. ist die Ansicht der Haube, in Fig. 3. von der Seite, wo die Treppe hinauf geht, *e e* ist die Thüre; *c* der Drehsterz; *a* die hintere Schwelle; *b* die Längen-Schwellen, und *k* das Dach. Fig. 24. ist das untere Kammrad von Fig. 1., Fig. 25. das obere Kammrad; Fig. 21. der obere, Fig. 20. der untere Drehling; Fig. 26. ist das Wurfrad.

dem Luftstrom entgegen stellen möge, so muſs die Haube gedreht werden können. Dies wird folgender Maaſsen bewerkstelligt: 1.) Sind die ständer des windmühlen-Gebäudes Fig. 1. Tab. 91. 1. 2. 3. und 4. in den Kranz 5. eingezapft. 2.) Auf diesen kommt ein zweyter Kranz 6. zu liegen, worauf die aus Buxbaumholz gemachten, und an einem eisernen Ringe 7 befestigten walzen *I* laufen. Von Aussen wird dieses mit dem Ringe *h* Fig. 1. Tab. 86. oder *H* Fig. 1. Tab. 91. umgeben. Auf den walzen ruht alsdann ein anderer Ring 8., der *Rollring* genannt, auf diesem aber ruht der Träger oder *spannring G*. Diese letzteren stücke machen zusammen einen Theil des in Fig. 23. Tab. 86. dargestellten *Drehwerkes* aus, wodurch die Haube umgedreht wird. Wie dieses *Drehwerk* sich nun im Grundriſs darstellt, zeigt diese letzte Figur. Der Rollring, auch oberring genannt, ist hier in *h* zu sehen; der spannring in *g*; der lange 12 und 13″ starke *Drehbalken* steht auf der welle *e*, und der *kurze* Drehbalken ist links vorne sichtbar. An diesen sind die nach dem Boden zugehende *Drehspreitzen* Fig. 1. Tab. 86. befestigt. Dieses aus den drey spreitzen bestehende *Drehwerk*, *sterz* genannt, erhält unten ein Haspelrad. Weil da in dem Boden rund um die Mühle mit runden Köpfen oder Kloben versehene Pfähle Fig. 1. Tab. 86. eingeschlagen sind, so kann man dasselbe nach allen Richtungen, mittelst seilen ziehen; folglich die Haube mit der windflügelwelle, je nach der Richtung des windes, herumdrehen.

Eine andere vorrichtung der Holländischen windmühlen besteht darin, daſs man ihren umschwung hemmen kann. Zum besten geschieht dies mit dem sogenannten *Flammschen-Fang* oder mit der *Flammschen-Bremse* Fig. 19. Tab. 86., welche Bremse auch in Fig. 3. sichtbar ist. Dieselbe umschlieſst nämlich das Kammrad *i*. Wird nun das Eisen *a b* Fig. 19., welches das *säbeleisen* heiſst, mittelst dem nach dem Boden gehenden *zuge* 4. Fig. 3., mittelst des Hebels, womit dieser zug und das Eisen in verbindung steht, herunter gezogen, so wird der Ring oder die Bremse *b g d* an das Kammrad *i*, Fig. 3., angepreſst, und der Gang der Maschine gehemmt. Bey einer gewöhnlichen Bremse streift ein Baum unten an das Kammrad, und es muſs eine den obigen ähnliche vorrichtnng mittelst des herunter hängenden seiles Fig. 1. in Bewegung gesetzt werden können.

§. 43. Die wurfradmühlen haben zu einer, bey allen Mühlen und wasserrädern sehr nützlichen verbesserung Gelegenheit gegeben. Da sie nämlich sehr lange Flügel, mithin auch schwere wellen erfordern, und das Holz zu 28 bis 30 zoll kantig, überaus theuer ist: so setzt man jetzt in Holland die wellen aus vier stücken zusammen, wovon zwey stücke *e* und *t* in Fig. 5. Tab. 86. sichtbar sind. Diese stücke werden zusammen gehalten 1) vorne von den vier eisernen schraubenrahmen, *) 2) von der mit zwey Ringen *i k*, mit schrauben zusammen gezogen werden, um-

*) Ehemals wurden diese Rahmen mittelst eisernen Spliesſen angetrieben; jetzt gebraucht man aber dazu auf den Ecken der Welle Schrauben, welche eine weit stärkere Anziehung zulassen, und daher besser als die alte Einrichtung sind.

schlossenen eisernen schiene; 3) von 12 schrauben, von welchen zwey in der citirten Figur ohnweit dem Ende sichtbar sind, und von denen auf zwo seiten sechs angebracht werden. Jede derselben geht durch alle vier Holzstücke, woraus die welle zusammen gesetzt ist, durch; folglich ist an der einen Oberfläche der seite die schraubenmutter und an der entgegen stehenden der viereckige Kopf. 4) Endlich wird die welle von drey eisernen Ringen ohnweit des zapfens umgeben. Diese verbindung ist von der gröſsten Festigkeit und erlaubt die wahl eines guten Holzes, welche bey den dicken wellen aus einem stücke, nicht immer übrig blieb.

§. 44. Ehe wir nun zur Construction der windflügel und ihrer stellung übergehen, so ist zuförderst zu bemerken, daſs die Flügelwelle unter einem winkel von 11 bis 16 Grad mit dem Horizont gelegt wird, einen Theils, damit ein sicherer Stand der Haube oder des obern Theils der Mühle entstehe und andern Theils, damit die Flügel vor dem Mühlgebäude vorüber streichen können. Eine Ruthe, das sind zwey Flügel, wird aus einem 60 bis 80′ langen kiefernen Balken gemacht. Wenn sie 70 bis 96′ lang seyn soll, wird eine verlängerung von 10 bis 16 schuh daran geschiftet und mit schrauben befestigt. Ehemals machte man die Ruthen von Eichenholz und schiftete an beyden Enden kieferne verlängerungen daran. Immer muſs jedoch die Anschiftung an denjenigen Theil kommen, dessen Holz schwerer als das andere ist, damit die gleichförmige umschwingung der Flügel befördert wird. Auf 10 bis 12′ Länge, von der welle ab, erhält die Ruthe eine stärke von 12 bis 16 zoll und muſs sie 2″ dicker als breit seyn. Jede Ruthe sollte nach den spitzen oder Enden dergestalt behauen werden, daſs sie im Gleichgewicht zu liegen kömmt, wenn ihre Mitte auf ein scharfes unterlager gelegt wird, weil hierdurch der umschwung von den Flügeln leichter und regelmäſsiger bewirkt wird. Man kann um ihren schwerpunkt in die Mitte zu bringen, auch nach der Bearbeitung in dem einen obern Ende etwas Bley gieſsen oder es mit Eisen beschlagen.

Zu den wesentlichsten Maaſsregeln bey der Anlage der windmühlen gehört unstreitig die Lage der Flügel auf die Axe des Flügels, d. i. die Lage desjenigen Feldes, worauf der wind stöſst, auf die Axe. Dieselbe wird natürlich durch die Stellung der sprossen *a b* Fig. 45. Tab. 91., worauf das segeltuch gespannt wird und die das *Feld des Flügels* ausmachen, bewirkt. Es kömmt daher darauf an, dieser Lage gemäſs die Sproſsenlöcher in die Ruthe einzustemmen. Nach der Erfahrung müssen die der welle zunächst stehenden sproſsen mit dem Flügel einen winkel von 25 Grad bilden, wenn die Flügel von der Haube vorbey streichen und den wind gut auffangen sollen. Folglich müssen die sproſsenlöcher mit 4 zoll schräge auf den schuh ausgestemmt werden. Die nachfolgenden sprossen erhalten eine geringere schräge, so zwar, daſs die zehnte Sprosse unter einem winkel von 20, die 20te unter einem winkel von 10 Grad zu stehen kömmt. (Verhandeling van het Bataſsch Genootschap III. Deel. p. 193). Auf diese weise muſs die schräge stellung der sprossen allmäh-

lig abnehmen, bis die fünfte vom Ende recht winkelig auf dem Flügel steht. Die übrigen erhalten eine den obern entgegengesetzte schräge Stellung von 1, 2. 3 bis 4 Graden. Die Vortheile, welche diese Lage der Sprofsen oder des Segeltuches gewährt, bestehen darin *a*) dafs die Segel eine gute Anspannung auf die Sprofsen erhalten, mithin nicht schlottern *b*), der *Luftstrom* auf die Flügel nicht nur vortheilhaft wirkt, sondern an den Enden derselben abgleitet.

§. 45. Ich wähle mit Bedacht die Benennung *Luftsrom*, denn bey den Windmühlen ist es nicht ein *Windstofs*, sondern ein *Luftstrom*, der daselbst wirkt, und der aus der Bewegung der Windflügel, welche die Luft theilen, entsteht. Ein Umstand, der wesentlich die Wirkung der Windmaschinen vermehrt. Jeder Beobachter wird, wenn er sich einer Windmühle nähert, verspüren, dafs die Luft regelmäfsiger und schneller strömt, als in einiger Entfernung von der Windmühle; ja, wo ein solcher Luftstrom in der Nähe einer gehenden Windmühle nicht statt findet, sondern die Luft stofsweise wirkt, da ist es vergeblich, einen gleichförmigen Gang der Maschine zu bewirken. Man sieht daher, dafs die Localität der Gegend und der Zug der Luft vorher erst untersucht werden müsse, ehe man eine Windmühle anlegen dürfe. So ist z. B. gewöhnlich, dafs in den niedrigen Seegegenden und an grofsen Flüssen oder in engen Thälern ein regelmäfsiger Luftstrom statt findet.

Da nun der gleichförmige Umgang einer Maschine wesentlich zu ihrer Vollkommenheit gehört; bey denen Getraidemühlen insbesondere derselbe durchaus nothwendig ist, wenn gutes Mehl erhalten werden soll; so sind die horizontalen Windmühlen, welche nicht anders, als stofsweise wirken können, gar nicht in Praxis zu diesem Behuf anwendbar. Es sey dann, dafs man die sonderbare Idee ausführen wolle, grobes, feines und mittleres Mehl untereinander zu haben!

§. 46. Nach der Theorie, wie sie der Rath Langsdorf in seinem Lehrbuch der Hydraulik §. 329. vorträgt, sollten die Flügel eine solche Stellung erhalten, dafs sie mit der auf der Welle gezogenen senkrechten Ebene einen Winkel von 54° 4′ machen. Dabey tritt aber, wie die Holländischen Praktiker in jener Holländischen Schrift bereits bey einem Winkel von 45° anführen, der Umstand ein, dafs die Flügel an die Haube streifen und der Wind die Segel rückwärts aufbläfst, folglich der Umschwung von den Flügeln gestört werden würde. Beobachtet man indessen aufmerksam die Umschwingung der Flügel, so wird man sich, selbst bey der schrägen Lage der Welle von 16 Grad, überzeugen, dafs dieser Winkel füglich 30° statt des in Praxis herrschenden (von 25°) angenommen werden könne, wodurch ein gröfserer Effekt hervorgebracht wird.

Nach diesen Betrachtungen wollen wir zur Construktion der Flügel zurückkehren. So wie nun die Ruthe dergestalt abgebeisselt ist, dafs sie nach dem Ende zu halb so stark als bey der Axe etwa 7 ½″ stark und gegen die Windseite zu bey *g* schräge abgestofsen ist, damit der Wind leichter abgleite: so werden die Sprofsenlöcher 1, 2, 3, u. s. w. nach der oben angegebenen Richtung, auf 12 bis 13 Zoll Abstand unter

sich und auf 6 Fuſs Entfernung von der Welle 1 ½ zoll breit und 2 zoll lang viereckig durch die Ruthe gestemmt. Auf dem einen Flügel kömmt das erste Sprossenloch (1) nahe an der vordern Ruthenfläche, auf dem andern oder entgegengesetzten Flügel aber bey 4 in der Mitte zu stehen, durch welche Einrichtung die gleichförmige Pressung der Ruthe in dem Wellenloche bewirkt wird. In Holland werden (wo möglich) die Sprossen von dem unter der Torf- oder Veenerde gefundenen Eichbäumen genommen. Dieses Holz, von dem ich ein Stück besitze, wie ich denn ein ähnliches aus dem Inn in Baiern habe ausheben lassen, ist schwarz und sehr *elastisch*, fast wie Fischbein, folglich zu diesem Gebrauch sehr gut. Ja die gleichförmige und leichte Umschwingung der mehresten Maschinen hängt wesentlich von der Elasticität ihrer Theile ab. So muſs z. B. der Mühlsteeg bey einer Kornmühle elastisch seyn, die Windmühlflügel bedürfen der Elasticität noch mehr, daher lerchenes und kiefernes Holz dem eichenen vorzuziehn ist. Diese Sprossen bekommen eine Länge von acht Schuh, wovon für die Breite des Flügelfeldes *c d* sechs Schuh übrig bleiben, die übrigen zwey Schuh stecken in die Ruthe und gehen auf die andere Seite bis *f* durch, um die *Windborde f e* zu tragen. Diese *Windborde* besteht aus drey ¾ bis 1 ½ zoll dicken Brettern. Sie macht mit der Dicke des Flügels zwey Schuh aus und ist daher oben bey *f* schmäler als bey *e*. Auf diese Weise ist die Fläche eines Flügels, worauf der Luftstrom wirkt, bey einer Ruthe von 90 Fuſs Länge, 230 bis 260 Quadratfuſs groſs. Die Schwere einer solchen Ruthe beträgt aber 1600 bis 1700 Pfund, und wenn der Flügel in einer Minute 12mal umgeschwungen wird, so macht dessen Umfang 51 Fuſs in der Secunde.

Bey diesem und noch einem schnellern Umschwunge (12mal ist ein gewöhnlich guter Umlauf der Flügel) ist es kein Wunder, daſs die Ruthen zuweilen an der Axe brechen. Zu diesem schnellen Gange kommen noch folgende Ursachen, welche das Brechen der Ruthen erleichtern. 1) Daſs öfters frisches und nasses Holz zu den Ruthen genommen wird. 2) Die Nässe, welche sich in der Nähe der Axe sammelt und Fäulniſs verursacht. 3) Das Auflegen zu vieler Segel, wenn der Wind heftig genug bläſst, um durch weniger Segel die Flügel umzutreiben. 4) Das schnelle Bremsen des Kammrades, wodurch die Maschine schnell zum Stillstande gebracht wird. 5) Der zu schräge Stand der Sprossen, wodurch der hintern Luft eine zu groſse Fläche entgegengestellt wird. 6) Weil öfters die Ruthen unten zu breit und zu lang gemacht werden.

Diesem Uebel, d. i. dem Zerbrechen der Ruthen zu begegnen, hat man verschiedene Abhülfsmittel vorgeschlagen. Ich will hier die wesentlichsten davon anführen. *a)* Das Mittelstück solle von Eichenholz 44 bis 48′ lang seyn und an jeder Seite 20 bis 22 Fuſs lange Anschiftungen von gesunden Kiefernholz, erhalten. *b)* Die Ruthen sollen nicht durch die Axe, sondern, wie die Arme an den Wurfrädern, um dieselbe gelegt werden. *c)* Die untern vier Sprossen solle man gänzlich weglassen. *d)* Anstatt die

sprossen durch die Ruthen gehn zu lassen, solle man sie auf dieselben mit schwalbenschwanzförmiger Fügung einlassen. *e*) Die letzten Sprossen sollten nur drey Schuh zur Breite erhalten. *f*) Die vier Flügel müsse man auf 10 Schuh Abstand von der Welle mit eisernen Stangen kuppeln oder in Verbindung bringen.

Diese vier letzten Mittel scheinen die beſsten zu seyn, nur müſsten statt der eisernen Stangen, Seile, welche nachgeben und die Elasticität der Flügel nicht gänzlich aufheben, gebraucht werden, welche mittelst Rollen fest anzuziehen wären.

Zu den Verbesserungen der Windmühlflügel, muſs allerdings diejenige Einrichtung gezählt werden, welche die Herrn van Deyl in Holland angegeben haben und die von dem Professor Aenae, in seiner Verhandeling over de Molenwieken, beschrieben ist. Sie besteht kürzlich darin: daſs jede Hälfte der Ruthe, so weit die Sprossen darauf gesetzt werden (also jeder Flügel) in 6, 8, bis 10 gleiche Theile getheilt wird. Die zweyte Sprosse von der Mühlaxe gerechnet, wird unter einem Winkel von 35 Grad 16 Minuten mit der Bewegungs-Ebene gesetzt, wo also der Einfallwinkel 54 Gr. 44 M. groſs wird. Eine Gröſse, die zuerst Parent und Belidor Tom. 1. §. 847. festsetzte. Auf dieser Normalsprosse werden die übrigen dergestalt gestellt, daſs sich die Tangenten der Einfallswinkel wie der Abstand der Sprosse von der Mühlaxe verhalten. Die Sprossen werden auf die Ruthen gelegt. Die mit diesen Flügeln angestellten Versuche haben zwar gezeigt, daſs sie einen gröſsern mechanischen Effekt geben, aber zwo Umstände scheinen ihrem Gebrauche sehr entgegen zu stehen, *a*) weil sie, nach dem Ende zu, einen stärkern Stoſs als die gewöhnlichen leiden, folglich leichter in der Nähe der Mühlaxe brechen, *b*) und die Segel, wegen des groſsen Einfallwinkels und des Stoſses vom Winde auf das Mühlgebäude, stärker gegen die Sprossen und Ruthen angeschlagen werden oder Klappern, mithin in kurzer Zeit ruinirt werden. Dieses Schlottern und Anschlagen der Segel habe ich an der bey der Kortenaarschen Vaart ohnweit der Drecht (Tab. 40.) gelegenen Wurfradmühle, wahrzunehmen Gelegenheit gehabt. Bey groſsen Mühlen scheinen daher diese Flügel nicht vortheilhaft zu seyn.

§. 47. Nach diesen alle Windmühlen betreffenden Anmerkungen, komme ich auf die Wurfradmühlen zurück. Derselben giebt es in Holland eine unzählbare Menge, nicht etwa von einer kleinen Gattung, sondern von einer groſsen, wovon eine gegenwärtig 25 bis 28000 fl. kostet. Der ökonomische Effekt, den sie leisten, ist beynahe dem der groſsen Wasserschrauben gleich. Es ist daher gewiſs nichts überflüssiges, wenn ich dabey noch etwas verweile. In den neuesten Zeiten hat man bey ihnen dadurch eine Verbesserung einführen wollen, daſs man die Wurfräder, welche fast vertical standen, unter einem Winkel mit dem Horizont legt. Diese heiſsen schiefliegende Wurfräder.

Ehe nun die bey diesen Maschinen in Holland angestellten Beobachtungen angeführt werden, will ich liefern ein

§. 48. *Verzeichniſs von den Theilen einiger Holländischen Wurfradmühlen.*

Gegend, wo die Wurfradmühle steht.	Flucht der windflügel.	Durchmesser des obern Kammrades.	Anzahl der Kämme.	Durchmesser des obern getriebes.	Anzahl der Stäbe.	Durchmesser des untern Kammrades.		Anzahl der Kämme.	Durchmesser des untern getriebes.	Anzahl der Stäbe.	Das wurfrad macht daher umlauf bey	Anzahl der windflügel.	1) Breite der wurfschaufeln an der Peripherie.	2) Auf 6 Fuſs Abstand von der Peripherie.	Anzahl der wurfschaufeln.	Durchmesser des wurfrades.		Höhe der Aufförderung des wassers.	
Rheinländische	Schuh	Fuſs		Fuſs		F.	Z.		Fuſs				zoll	zoll		F.	Z.	F.	Z.
1) Die Binnenwegsche wurfradmühle in der Austrocknung von Bleiswyk Tab. 90	88	11½	68	5⅓	37	16	5	99	4¼	28	7	74	18¾	21½	28	19	9	4	
2) Die Berg - wurfradmühle in eben derselben Austrocknung	88	12¾	77	6	42	18	4	112	4¼	28	u. s. w.		18½	20½	28	20	6		
3) Wurfradmühle mit einem schiefliegenden wurfrade daselbst	88	12	74	5¼	38	15		120	4¼	28			24¼		28	21	6		
4) Eine zweyte wurfradmühle der Art .	88	12	74	5¼	38	15	4	142	4¼9	28			22½		28	21	2		
ebend. eine andere	88	12	77	6	42	18	4	112	4¼	28			18½	20½	28	20	6		
5) Wurfradmühle in der Nieucoopschen Austrocknung Fig. A und B Tab. 65. . .	90	10⅓	71	5⅓	37	16	6	91	4⅓	27			18½		20	20			
6) An der Kortenaarschen vaart. Tab. 65.	90	18	93	4½	27	10	8	71	4½	37			24		24	20		4	
7) Tab. 86. Fig. 1 *)	64	10	58	4	24	14		70	4	18			13½		24				
8) Tab. 86. Fig. 2 **)	65	10	60	4	24	14		70	4	18			14		20	16			
9) Tab. 86. Fig. 3 ***)	90	10	62	4½	27	15	6	73	4	25			14		20	17	3		

§. 49. Wiewohl man in Holland im Allgemeinen bey einem winde der 35 Schuh in der secunde zurücklegt rechnet, daſs eine wurfradmühle der gröſsten Art in der Minute 1800 Cubikschuh wasser ****) und auf ein Jahr gerechnet bey den verschiedeuen winden, die daselbst herrschen, 822,25 Cubikschuh in der Minute aufwirft

*) Die wurfschaufeln waren gröſstentheils 3 Fuſs 10 Zoll lang.

**) Diese Wurfradmühle steht zwischen Loenen und Nieuwersluis ohnweit der Veht. (Tab. 42.)

***) Steht zwischen Assendelft und Uytgeest.

****) Deductie etc. overgeeven an de Wol. O. Herrn Dykgrafen Heemraaden van Rhynland Ao. 1756 p. 19.

auch Lulofs bey 58 Enden oder $14\frac{1}{2}$ umschwüngen in der Minute für eine wurfradmühle der gröſsten Art bey 4 Fuſs Aufwurf 1330 Cubikschuh rechnet: so ist es doch dem Plane dieses werkes angemessen, wenn das wesentlichste derer Beobachtungen; welche auf öffentliche Kosten bey den wurfradmühlen in der Bleiswykschen Austrocknung (Tab. 40.) in den Jahren 1775, 1776. bey vier Mühlen, deren gehendes werk in der vorstehenden Tafel angezeigt ist, angestellt sind. Es hatten nämlich die Gebrüder Eckhard in einer schrift (Wiskundige Beschouwing van een hellend waterscheprad etc. 1774.) den vorschlag gemacht: das wurfrad mit dem Horizont geneigt zu legen, da es ehemals vertical stand. In der genannten Austrocknung wurden daher zwey dergleichen wurfradmühlen (Nr. 3. und 4 in der Tabelle) erbauet. Der erstern Mühle wurfrad war 24° 4 Minuten geneigt, das zweyte auf 30° 43′. Die zwey Mühlen Nr. 1 und 3 warfen das wasser bis zu 52″ hoch auf; die in Nr. 2 und 4 bis 70 zoll. Um den ökonomischen Effekt so genau als möglich beobachten zu können, wurde oberhalb der Mühle ein *Teich*, (*maſsbusen*) holl. Matbusen, mit einer Bretterverschalung gemacht. Die dabey angestellten versuche geschahen in einem Zeitraum von einem Jahr. Die umläufe wurden nach der Anzahl der Flügel, die in jeder Minute eine und dieselbe stelle im umfang der schwingungskreise passirten, gerechnet, welche die Holländer die *Anzahl der Enden* nennen.

Diese Beobachtungen sind von dem Mathematiker Douwes zusammen gestellt, welcher einen Rapport darüber abstattete, um der Regierung darzulegen: welche wurfräder, ob die vertical oder schiefliegenden, den gröſsten ökonomischen Effekt leisten, d. i. die gröſste wassermenge auffördern.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind von ihm in folgender schrift aufgestellt: „verhandeling over de Proportien tuschen de vermogens der gewoone watermoolens werkende met een staand scheprad en der nieuwlings door de H. Gebroedere Eckhardt mit gevondene Hellende-scheorad moolens 1779."

Die wahrnehmungen sind angestellt.

1) Bey 8″ vorwasser und bey dem Hinterwasser, nämlich bey	Nr. 1.	50″ bey Nr.	3. 44″
2) — 12- — — — — — — — — —		60 — —	54-
3) — 18- — — — — — — — — —		54 — —	48-
4) — 24- — — — — — — — — —		60 — —	54-
5) — 30- — — — — — — — — —		66 — —	60-

§. 50. Weil die Beobachtungen des fünften Falls bey dem gröſsten widerstande den die wurfradmühlen erfahren haben gemacht sind, so will ich einige davon hier mit aufnehmen. Zur Bestimmung der stärke des windes hat man sich des von C. Brunings im 14. Theil der verhandelingen van de Holl. Maatschapy der Weet: te Haarlem 14 D. p. 609. verbesserten Polenischen windmesser bedient.

Beobachtungen bey dem verticalen Wurfrade der Binnewegschen Mühle oder bey Nr. 1. der vorigen Tafel in §. 48.					Beobachtungen bey dem schiefliegenden Wurfrade oder bey Nr. 3. der vorigen Tafel in §. 48.				
Tag der Beobachtungen.	Aufgeworfene Wassermenge in rhl. Cubikschuhen in jeder Minute.	Mittlere Höhe der Aufmahlung. Zoll	Mittlere Windkraft in Graden.	Anzahl der Umschwingung der Flügel in jeder Minute.	Tag der Beobachtungen.	Aufgeworfene Wassermenge in rhl. Cubikschuhen in jeder Minute.	Mittlere Höhe der Aufmahlung. Zoll	Mittlere Windkraft in Graden.	Anzahl der Umschwingung der Flügel in jeder Minute.
1775 19. Oct.	2198,8575	$34\frac{1}{2}$	12	16,22	1775 19. Oct.	2271,2	$35\frac{5}{8}$	12	13,8
1. Nov.	1820,5100	$30\frac{1}{2}$	20	13,20	1. Nov.	2083,2	$30\frac{3}{4}$	20	12,4
14. Dec.	2247,1100	$36\frac{7}{8}$	$15\frac{2}{3}$	14,87	14. Dec.	2253,8	$36\frac{3}{4}$	$15\frac{2}{3}$	14,7
1776 10. Apr.	1816,1850	$33\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	12,5	1776 10. Apr.	1666,9	$32\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13,15
17. April	798,0000	$26\frac{7}{8}$	7	7,7	17. April	640,5	25	7	6,83
Bey 23 Beobachtungen war die Mittelzahl 1810 1876,8. Die Wurfschaufeln waren 42″ ins Binnenwasser eingetaucht.									
Beobachtungen bey dem verticalen Wurfrade der Bergwurfradmühle Nr. 2. §. 48.					Beobachtungen bey dem schiefliegenden Wurfrade Nr. 4. der Tafel §. 48.				
1775 28. Oct.	977,61	$55\frac{1}{4}$	9	9,9	1775 28. Oct.	992.	$54\frac{5}{8}$	9	9.
21. Dec.	1773,5	$48\frac{1}{8}$	$12\frac{1}{2}$	12,8	21. Dec.	1880.	$48\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{3}$	14.
1776 3. May.	1703.	$54\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	13,2	1776 3. May.	1869.	$54\frac{7}{8}$	$15\frac{1}{2}$	13,8
14. August.	1027,7	$50\frac{3}{4}$	14	13,7	14. August.	1087.	$50\frac{13}{16}$	14	10.
9. October.	2032.	$57\frac{1}{16}$	30	10,12	9. October.	2455,3	$59\frac{7}{16}$	30	16,5
11. October.	546.	$50\frac{15}{16}$	5	9,2	11. October.	716,4	$54\frac{3}{8}$	6	9.
25. October.	310.	$37\frac{11}{16}$	7	8,1	25. October.	493,4	$44\frac{5}{16}$	7	8.

§. 51. Ehe der Effekt dieser verticalen Wurfradmühlen mit dem Effekt der schiefliegenden von den Gebrüdern Eckhardt erfundenen Wurfradmühlen verglichen wurde, wurden die erstern nach der best bekannten Einrichtung gemacht. Van Douwes hat daher Seite 25 seiner Abhandlung die Effekte der gewöhnlichen verticalen Wurfradmühlen mit diesen in der Bleyswykschen Austrocknung stehenden verglichen und eine Tafel darüber geliefert, die ich hier mit aufnehmen will, weil sie sehr schätzbar ist.

Die Binnenwegische Wurfradmühle von 88 Fuſs Flucht.				Gewöhnliche Wurfradmühlen von 86 Fuſs Flucht.
Es wurden in jeder Minute in Tonnen à 5 1/4 Cubikfuſs aufgeworfen.	Mittlere Höhe der Aufmahlung in Zollen.	Anzahl der Tonnen auf die Wurfhöhe von 48 Zoll reduzirt in einer Minute.	Enden der Windflügel in jeder Minute.	Anzahl der aufgeförderten Tonnen Wasser à 5 1/4 C. F. auf die Wurfhöhe von 48 Zoll.
391,60	$47\frac{1}{2}$	387,52	$62\frac{5}{10}$	320,03
447,92	$50\frac{3}{8}$	470,09	$76\frac{1}{5}$	366,06
289,63	$50\frac{1}{2}$	304,71	$49\frac{1}{5}$	257,32
381,48	51	405,32	$59\frac{4}{5}$	308,67
369,38	$49\frac{1}{4}$	379,00	62	318,68
347,64	$51\frac{1}{2}$	372,98	$50\frac{2}{5}$	263,38
215,30	$47\frac{1}{4}$	211,94	$38\frac{9}{10}$	203,94
349,12	$45\frac{3}{8}$	328,78	$50\frac{1}{10}$	261,97
184,69	$44\frac{7}{8}$	172,67	$30\frac{4}{15}$	119,34
221,74	40	184,78	$29\frac{3}{5}$	113,44
396,36	49	409,78	$60\frac{2}{15}$	310,34
347,01	$45\frac{1}{2}$	234,14	$38\frac{3}{10}$	200,66
265,84	$45\frac{3}{4}$	253,38	$45\frac{4}{15}$	237,98
239,39	45	224,43	$40\frac{2}{5}$	213,06
426,80	$49\frac{1}{2}$	440,14	$61\frac{2}{15}$	314,75
262,25	$45\frac{1}{4}$	247,23	$42\frac{4}{5}$	225,64
320,88	$42\frac{1}{8}$	281,61	$47\frac{3}{5}$	249,43
401,22	$44\frac{3}{8}$	370,92	$62\frac{3}{5}$	321,38
308,86	$47\frac{1}{8}$	303,24	$48\frac{8}{13}$	254,40
359,53	$49\frac{1}{8}$	367,96	$55\frac{3}{14}$	287,11
313,78	$42\frac{1}{8}$	275,37	$47\frac{2}{3}$	249,77
167,99	$37\frac{1}{2}$	131,24	29	105,85
168,76	$41\frac{5}{8}$	146,35	25	58,75
421,55	$49\frac{3}{4}$	436,92	$72\frac{1}{2}$	356,33
357,19	47	349,75	$55\frac{3}{10}$	287,56
436,41	$48\frac{1}{2}$	450,95	$66\frac{4}{5}$	338,28
436,56	$51\frac{1}{8}$	464,99	$73\frac{11}{13}$	359,68
453,77	$51\frac{5}{8}$	488,04	$77\frac{1}{3}$	368,61
439,15	$51\frac{15}{16}$	475,17	$67\frac{14}{15}$	342,47
441,71	$54\frac{1}{4}$	499,23	$78\frac{4}{15}$	370,11
380,66	$54\frac{5}{16}$	430,72	$62\frac{2}{5}$	320,48
306,45	$54\frac{9}{16}$	348,34	$49\frac{11}{15}$	260,12
400,75	$42\frac{1}{4}$	352,74	$60\frac{1}{3}$	311,11
410,85	$48\frac{1}{2}$	415,13	$65\frac{13}{15}$	334,75
420,25	$40\frac{3}{4}$	435,44	$70\frac{1}{5}$	349,87
432,91	$51\frac{17}{32}$	464,76	$75\frac{1}{15}$	363,17
352,58	$50\frac{3}{8}$	370,06	$58\frac{4}{5}$ *)	304,12

*) Die Geschwindigkeit des Windes in der Secunde beträgt beyläufig bey 66 Enden der Windflügel in jeder Minute, 35 Fuſs; bey 29 Enden 20 Fuſs; bey 43 Enden 25, und bey 56 Enden 30 Fuſs.

§. 52. Diese bey den oben erwähnten vertical stehenden und schiefliegenden Wurfrädern gemachten Wahrnehmungen geben nach der Douweschen Abhandlung unter andern noch folgende für die Praxis wichtige Resultate. Mit dem stärksten Winde, bey dem die Maschinen noch gehen konnten, denn bey Sturmwinden müssen sie von den Segeln entledigt und gebremset werden, förderten sie: nämlich

640 Tonnen die Binnewegsche; 658 Tonnen die Mühle Nr. 3.;
463 — — Bergmühle; 432 — — — Nr. 4.;

welches ausserordentliche Effekte sind, auf die man nicht oft im Jahre rechnen kann, Lulofs rechnet auch nur 1330 Cubik-Schuh.

Die Effekte der verticalen Wurfräder verhalten sich bey den verschiedenen Beobachtungen zu den schiefliegenden wie 11 : 10, wie 12 : 10., und zu den gewöhnlichen Wurfradmühlen wie 5 : 6. Die schiefliegenden Wurfräder wurden schon bey einem geringen Winde in Bewegung gesetzt, wenn die verticalstehenden noch still standen. Hierin liegt vorzüglich die bessere Eigenschaft der erstern, insbesondere für solche Länder, worin der Wind nicht anhaltend stark bläſst. Vorzüglich tritt dieser Vortheil in nassen Sommern ein, wenn man das Polderwasser fortschaffen muſs, und der Wind gewöhnlich schwach ist.

§. 53. Ausser diesen groſsen Wurfradmühlen giebt es in den Marschgegenden der Nordsee und Friesland eine Menge kleiner Wurfrad-Mühlen Fig. XVI. *b* Tab. 83. *Büsch* hat diese Maschine in seiner Hydraulik S. 354. folgender Maaſsen beschrieben.

„An der schrägen Welle *A B* sind oben in *A* Windflügel, nur 20 bis 24 Fuſs vom Mittelpunkt aus, lang, befestigt. Unten sitzt mit eben dieser Welle das Wurfrad *B* zusammen. Oben in *C* drehet sich das ganze Gerüste auf dem tief eingerammten Pfahl *C D*. Unten dreht sich alles mit dem Theil des Gerüstes *G i*, in welchen die Streben *R T* und *i k* eingelocht sind. Alles muſs so gut als möglich im Gleichgewicht um *C* seyn. Der horizontale Balken *G C H* trägt an seinem Ende eine hinlänglich groſse Fläche von Brettern *V*, vermittelst deren der Wind selbst die Flügel sich entgegen stellt. Die schräge Strebe *i k* dient dem Zapfen der Welle als eine Widerlage, über welcher sich derselbe in *K* drehet. An eben dieser Strebe aber ist eine hölzerne Verkleidung befestigt, von welcher die Figur nur die Durchschnitts-Breite in *L*, und den hervortretenden Rand in *M* darstellt, und damit hängt ein flaches Gerüste von Holz *N* mit der steilen Wand *O* zusammen, auf und gegen welche das Wurfrad das Wasser wirft. Wegen der schrägen Lage des Rades darf die Verkleidung nur hinter dem Rade angebracht werden, wenn bey einem senkrecht sich drehenden Rade das Wasser auf beyden Seiten gehalten werden muſs, daſs es nicht seitwärts weggeschleudert werde. Die ganze Maschine steht in einer runden Grube, welcher das Wasser von dem Acker umher zugeleitet wird. Ein Damm *P Q*, umschlieſst diese Grube, der rundum gleiche Höhe hält, über welchen das von der

strebe *i k* gehaltene Gerüste N ohne anzustossen mit jeder Drehung der Mühle fortgleitet, und das Wasser über den Damm hinaus abfliefsen macht.“

§. 54. Werden nun die Effekte und Construktionen der hier beschriebenen Schöpfmaschinen gegen einander gehalten, so zeigt sich: 1.) Dafs man zu grofsen Austrocknungen und Entwässerungen die Wasserschraube und das Wurfrad anwenden müsse. 2) Dafs zur Leerung der Baustellen am vortheilhaftesten angewendet werden können: *a*) Die Wasserschraube. *b*) Das Paternosterwerk. *) *c*) Das Schaufelwerk. *d*) Die Tonnenschnecke. *e*) Das Kastenrad, so wie *f*) das Ausschöpfen mit Eimern, und *g*) mit Pumpen, wenn das aufzuhebende Wasser klar ist. 3) Dafs aber zu den Grabenaufräumungen das Wasser zum leichtesten mit den Wurfschaufeln, und 4) zu den Wiesenbewässerungen mit dem Kasten- oder Schöpfrad aufgefördert werden können.

§. 55. Als eine Uebersicht wollen wir aus dem vorgetragenen folgendes wiederholen.

Art der Maschinen.	Förderungshöhe in Schuhen.	Anzahl der Arbeiter.	Effekt in Cubik-Schuhen in der Stunde.
Schaufelwerk	12	8	1440
Paternosterwerk	12	4	460
Tonnenschnecke	6	2	962
Schöpfrad mit Eymer . . .	12 / 6	vom Wasser getrieben	5400 / 9600
Baierisches Schöpfrad . . .	10	vom Wasser getrieben	2071
Wasserwippe	3	20	600
Zellenrad	8	12	3600
Wasserschraube	12	8	5760
Wurfradmühle	4	vom Winde getrieben	108000 **)
Eben diese Maschine in Holland	8	vom Winde getrieben	23244

§. 56. Die Dampfmaschine ist zum Ausschöpfen des Wassers aus der Baugrube des zu Neufahrwasser bey Danzig vom Kriegsrath Peterson erbauten Schleuse, gebraucht worden, so wie auch zur Austrocknung bey Uythoorn in Holland. Da eine Beschreibung davon viele Kupfer erfordert, so verweise ich den Leser auf den 2ten Band von Prony's Architecture-hydraulique, die von Langsdorff ins Deutsche übersetzt ist, und auf Eytelweins Anweisung zur Wasserbaukunst, 3tes Heft, Seite 46.

Was die Dampfmaschine anbetrifft: so hat eine der neuesten und besten, nämlich die zu Helvoet in Holland, wegen der Schiffsdocken erbauten Maschine, mit

*) Wie mehrere Paternosterwerke gestellt werden, zeigt Fig. 23. Tab. 84.

**) Gewöhnlich rechnet man für den Effekt einer Wurfradmühle 79800 Cubik-Fuss. Von den Wasserschrauben sind die Effekte, meines Wissens, nicht beobachtet worden. Man rechnet indessen in Holland, in Beziehung auf die Förderungshöhe, dafs der Effekt von zehn Wurfradmühlen dem von acht Wasserschrauben gleich sey.

drey Pumpen 56700 Cubik-Schuh zwanzig Schuh hoch gehoben. Da sie aber neun Pumpen hat, so wird sie über 170,000 Cubik-Schuh in der Stunde auffördern, wozu 425 Paternosterwerke nothwendig gewesen seyn würden. Ueber diese Maschine zu Helvoet ist mir nichts weiter bekannt, als was ich in der Allgemeenen Konst en Letterboede 1802. Nr. 32. gelesen habe. Gewifs wird uns der Baudirector Blanken eine Beschreibung des ganzen merkwürdigen Dockenbaues dereinst liefern, und die Wissenschaft mit seinen dabey gemachten Erfahrungen bereichern.

§. 57. Zu den nützlichsten Wasserhebungsmaschinen mufs auch der von den Gebrüdern *Montgolfier* erfundenen *Belier - hydraulique* oder *Stofsheber* gezählt werden, und der vorzugsweise zu den Wiesenbewässerungen — nicht aber zur Leerung der Baustellen vom Wasser, wegen des damit verknüpften Wasserverlustes — anzuwenden ist, wozu ihn auch Bulton in England, angewendet hat. Dieser Stofsheber, welcher entweder durch den Wasserdruck, d. i„ durch stehendes oder in das Gefäfs zugeleitetes Wasser, oder durch fliessendes Wasser, d. i., durch den Stofs in Bewegung gesetzt wird, ist in folgender Abhandlung nicht nur genau beschrieben, sondern es sind darin auch viele wichtige Versuche angeführt, welche die vermittelst des Wasserdrucks hervorgebrachten Effekte, gaben. Der Titel dieser schätzbaren Schrift lautet so: „Bemerkungen über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des *Stofshebers* u. s. w. von *Eytelwein* 1805; und Langsdorff hat darüber eine gelehrte Abhandlung in den Schriften der Münchener Akademie geliefert. Will man den Stofsheber in Flüssen anbringen, so mufs das erste oder Sper-Ventil in der Zuleitungs-Röhre angebracht werden, denn bringt man es in der Nähe des Windkessels oberhalb dieser Röhre an, so mufs der Stofsheber wenigstens fünf Schuh unter die Oberfläche des Wassers gelegt, die Zuleitungs-Röhre grofs gemacht werden, und der Flufs eine bedeutende Geschwindigkeit haben. Ich war, kurz vor dem Druck dieses Bogens, im Begriff, mit meinem sehr genau, nach der befsten Einrichtung ausgearbeiteten Stofsheber, den ich selbst besitze, einige Versuche im fliefsenden Wasser anzustellen, als ich daran, durch dringende Dienstgeschäfte gehindert wurde, und mufs daher den Leser auf jene Eytelweinische Schrift verweisen.

§. 58. Der königlich baierische verdienstvolle Artillerie Obrist von Comeau, welcher mehrere Versuche mit einem kleinen Modell des Stofshebers anstellte, ist auf eine Vorrichtung zur Hebung des Wassers gekommen, die ich, wenn mich mein Gedächtnifs nicht trügt, auch irgendwo in einem Buche gefunden habe. Er stellt nämlich eine unten mit einer Oeffnung und oben mit einer kleinen Ausgufs-Röhre versehenen holen Zylinder in ein stehendes Wasser, nachdem darin eine Kugel gelegt ist, die auf einen Rand der untern Oeffnung dieses Zylinders ruht. Dann wird der Zylinder gehoben, und in das Wasser herab gestossen, die Kugel schwingt sich, vermöge dieses Stofses aufwärts, und das Wasser wird in den Zylinder hereingestossen; jetzt fällt die Kugel, vermöge ihrer Schwere, schneller als das Wasser herab,

und dieses wird von ihr zurück gehalten. Dann wiederholt man den stofs, und so steigt nach und nach das wasser bis zur Ausgufs-Röhre, die von dem Rande des zylinders seitwärts abgeht.

§. 59. Auch durch ein wiederholtes zusammenschlagen von den obern schichten einer stehenden wassermasse, vermittelst zweyer von Eisen gemachten hohlen Halb-zylindern, kann man wasser heben, wenn diese etwa bis zur Hälfte aus dem wasser hervorragen. Dieser vorrichtung könnte man sich in Gärten bedienen, um eine Art aufsprudelnden wasserfalls zu haben. Doch ich will ja dergleichen wasserhebungsarten hier nicht beschreiben, also mufs ich auch die Druckwerke und die wassersäule-Maschine übergehen, weil sie nicht zu dieser Abtheilung der wasserbaukunst gehören.

§. 60. Wer den Effekt der schöpfwerke in gewissen stunden genau wissen will, ohne spezielle Messungen anzustellen, der mufs an den Maschinen ein Räderwerk anbringen, welches die Anzahl der umdrehungen der Maschine angibt, und die wassermenge, vorher ausgemittelt haben, welche auf jede umdrehung der Maschine kömmt. Perronet hat sich einer solchen vorrichtung bedient, die, um die geleistete Arbeit selbst zur Nachtzeit zu beurtheilen, sehr nützlich ist. Er theilte dieselbe dem Belidor mit, welcher sie in seiner wasserbaukunst beschrieben hat, wo sie §. 1185. unter der Benennung odometrum vorkömmt.

ZWEYTES KAPITEL.

Von der construction der Ramm-Maschinen, ihrer Wirkung und ihrer Anwendung beym Einschlagen der Pfähle.

§. 61.

Zu den nützlichsten und nothwendigsten beym Wasser- und Brückenbaue erforderlichen Maschinen müssen diejenigen gezählt werden, mit denen man die Pfähle (pilots) dergestalt einschlägt, dafs sie, ohne zu sinken oder sich seitwärts auszubiegen, das auf sie gelegte oder dagegen gestützte Bauwerk tragen. Diese Maschinen werden *Rammen* oder *Schlagwerke* (sonnettes) genannt.

Ueber das Einrammen der Pfähle werde ich aber in diesem Kapitel nicht alles abhandeln, weil ich davon beym Schleusen- Wehr- und Brückenbau noch manche Erfahrungen und Vorschriften mittheile, wozu die Ordnung des Vortrags Gelegenheit gibt.

Eine Ramme, mit welcher in der *kürzesten Zeit* und mit der geringsten Kraftanwendung, bey sonst gleichem Erdreich, die gröfste Anzahl von Pfählen eingeschlagen werden kann, ist die beste.

§. 62. Der Rammen giebt es nun vorzüglich dreyerley: 1.) die *Handramme* (la Dame ou mouton à la dame). Sie besteht aus einem hölzernen 25 bis 100 Pfund schweren Klotze (Tab. 85. Fig. 39.), welcher von Menschen aufgehoben wird. 2.) Die aus einem Gestelle, einer Scheibe, einem Seile und hölzernen oder metallenen Klotze (*Rammklotze*), auch Bär (mouton) genannt, bestehende *Zugramme* Fig. 2. (sonette à tiraude), ist die gewöhnlichste. 3.) Die sogenannte Kunstramme (sonette à dèclic), welche mittelst eines Rades oder mehrerer Räder, oder auch Hebel, von Menschen, Thieren oder dem Wasser, in Bewegung gesetzt wird, und wobey sich der am Rammseil befestigte Hacken, aus dem am Rammklotze befindlichen Ringe aushackt (Fig. 5. 6 und 30. Tab. 85.)

§. 63. Zur Einschlagung kurzer und dünner Pfähle wird sich auch des *Schlägels* bedient (Fig. 38. Tab. 85.), welcher von einem auf den an dem Pfahl befestigten Gerüste stehenden Arbeiter, auf diesen einzutreibenden Pfahl geschlagen wird, den also das Gewicht des Arbeiters und des Gerüstes, zugleich hineinzudrücken strebt.

Des mit einem Stiel versehenen 20 bis 30 Pfund schweren Klotzes (Fig. 40.), so wie des drey Handstiele habenden 30 bis 80 Pfund schweren Klotzes (Fig. 41 und 42.), bedient man sich vorzüglich zum Einschlagen kleiner Pfähle, oder zum Feststossen des Strassenpflasters und des Erdreichs in der Oberfläche der Dämme. Soll mit der erstern Art Handrammen ein langer Pfahl eingerammt werden, der über die Wasserfläche hervorsteht, so kann man, zur Vermeidung eines Gerüstes, die Handstiele zehn Schuh, und länger, machen lassen, deren Ende dann von den Arbeitern so gestellt und gehoben werden, wie es Fig. 42. zeigt. Die *Handramme* Fig. 39. wird zur Einschlagung von 5 bis 12 Schuh langen, und 6 bis 8 Zoll dicken Pfählen gebraucht, und dieser oben und unten schmälere, und mit zwey eisernen Reifen umgebene Klotz hat rundherum aus zähen Hasel, jungen Eschen oder Birken gemachte Handhaben, welche mit Keilen in den Klotz eingetrieben sind, und woran die ihn drey Schuh hoch hebenden Arbeiter greifen. In dessen Mitte ist ein Loch, durch welches eine in den einzurammenden Pfahl eingesteckte eiserne Stange geht, an welcher der Klotz auf und nieder gleitet, mithin senkrecht auf den Pfahl fällt, welches ohne diese Stange nicht geschehen könnte. Wenn man die Rüstung (Fig. 38.) so anbringt, daſs ihr Theil, worauf die Arbeiter stehen, an den einzuschlagenden Pfahl befestiget ist, so kann man mit der Handramme auch Pfähle 6 bis 10 Schuh tief in den Grund eintreiben. Man muſs aber den Klotz etwa 120 Pfund schwer machen lassen, und 8 Mann dazu verwenden.

§. 64. Die wesentlichsten Theile der *Zugramme* bestehen in dem Schwellwerke Fig. 10. Tab. 85., dem Rammklotze *c* Fig. 2., welcher mittelst des *Rammthaues*, das über die *Rammscheibe* läuft, und den Zugleinen, die daran befestigt sind, in die Höhe geschnellt wird; ferner aus dem *Läufer d*, an welchem der Rammklotz auf und nieder gleitet, und der aus einer Hängesäule oder aus zweyen (Fig. 3.) bestehen kann; aus den Vorderruthen oder Seitenstützen *e e* Fig. 3., und der *Hinterruthe l*, welche beyde Stützen die Läufer und das Holz, worin die Rammscheibe angebracht ist, tragen, oder die Ramme gegen das Umfallen sichern. Zuweilen hat diese Maschinerie ein *Pfahlthau*, welches über die Rolle *b*, und unten über eine *Welle* geht, womit der einzurammende Pfahl, vor dem Läufer, in die Höhe gezogen (getrizt) wird.

Auf mehr als eine Weise werden die Theile einer Ramme zusammen gesetzt oder construirt. So bedient man sich z. B. in Holland fünf runder Hölzer (Tab. 83. Fig. 1.) *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, wovon die zwey erstern die beyden Läufer abgehen. Dabey hat der Rammklotz *A* auf den Seiten vier Arme *a*, *b*, *c* und *d*, welche längs den zwey Läufern hingleiten; *i* und *h* sind die *Vorderruthen*, *g* ist die *Hinterruthe*. Diese Maschine steht mit ihren Spitzen entweder in den Boden, oder auf ein liegendes Gerüst. Das Rammthau *c* geht aber durch einen *Kloben B*, dessen Scheibe etwa einen Schuh im Durchmesser hat, welcher zur Schonung des Rammthaues und zur

Erleichterung der Arbeit, wenigstens zwey Schuh grofs seyn sollte; doch ich werde hierüber unten mehr sagen! Zuweilen werden die hängenden Läufer *e* und *f* auch an die Schwelle des Fufsgestelles der Ramme locker angebunden, um die Lenkbarheit (Nachgiebigkeit) derselben nicht zu stören; denn es ist sehr gut, wenn die Läufer eine Elastizität, d. i., eine federnde Erschütterung bekommen, wie denn überhaupt die federnde Bewegung der wesentlichsten Theile von mehrern Maschinen, als z. B. der Windmühlen, und insonderheit der Schlagwerke, wobey die Rammpfähle erschüttert, oder ihre Fiebern in Schwingung gebracht werden, und deren Rammklotz von dem Pfahl abprellt, zum vortheilhaften ökonomischen Effekt gar sehr viel beyträgt. Da wo aber die Rammen dem Winde ausgesetzt sind, oder wo man schwere Rammklötze zu gebrauchen genöthigt ist, müssen dieselben ein *Fufsgestell*, worin die Läufer, die Seitenstützen und die hintere Ruthe eingelassen werden, erhalten.

In Deutschland haben die Zugrammen (Tab. 83. Fig. 2. 3 und 4.) gewöhnlich ein grofses viereckiges Schwellwerk, von welchem die halbrunde *Vorderschwelle* in *a* ist; worin die beyden Läufer *e e* Fig. 4. stehen. *) Die zweyte Vorderschwelle *b* (Fig. 2.) hängt mit der Hinterschwelle *c*, vermittelst den Mittelschwellen *e* und *f* zusammen, und die Seitenschwellen *g* beschliefsen dieses Schwellwerk, welches unterhalb Einschnitte *p p* (Fig. 3.) hat, damit die Maschine durch darunter gesteckte Hebel fortgeschoben werden kann. Die Hinterruthen *k k*, welche zugleich Leitern ausmachen, um darauf nach dem obern Theil der Maschine zu steigen, um die Aufschürzung des Rammthaues zu verrichten, deren Sprossen auf einen Schuh Abstand gesteckt, und 1 ½ Schuh lang, und 2 Zoll dick sind, werden in die Mittelschwellen *e f* eingezapft, und die Vorderruthen oder Seitenstützen *i i*, welche an einigen Maschinen gleichfalls Sprossen haben, (wie Fig. 8 und 55. Tab. 85. zeigt), halten die Läufer senkrecht. Zuweilen dienen sie auch um ein viereckiges Holz zu tragen, worin die Rammscheibe läuft, und woran der Läufer mittelst Schrauben hängt.

Diesem viereckigen 400 Quadratschuh und schweren Schwellwerke ist das in Fig. 7. Tab. 85. dargestellte weit vorzuziehen, welches ich bey den grofsen Rammen an den mir untergeordneten Bauten eingeführt habe; und eine Ramm-Maschine mit diesem Schwellgerüste, wenn sie von der gröfsten Art ist, wiegt mit dem Rammklotze von 12 Zentner nicht mehr den 39 Zentner, läfst sich daher mit einer guten Manipulation leicht verrücken. Bey den ältern Rammen geht das 1 bis 1 ¾ Zoll

52 *

*) Bey manchem Local ist jedoch die Vorderschwelle (*a* Fig. V.) eines solchen Gerüstes, nur einige Schuh lang zu machen, um mit dem Rammen in die Ecken und Winkel der Baustellen hinein zu kommen. In diesem Fall müssen nämlich die Seitenschwellen *c c*, von der Mittelschwelle *a e a b*, divergirend gelegt, und vier Ruthen *d d* und *k k* angebracht werden. Eine Ramme mit solchen triangelförmigen Schwellwerken, in welcher die Hinterschwellen *b b* etwa 15 bis 20 Schuh lang sind, wird eine *Eck-* oder *Winkelramme* genannt. Siehe Fig. III. und V. Tab. 83.

dicke an den Pfahl (Fig. 18. Tab. 85.) geschürzte Pfahlthau über zwey Rollen o o, Fig. 55. Tab. 83., die in einem viereckigen Holze *d d* befestiget sind, und welches in einem im obern Theil der Maschine befindlichen Zapfen *t* gedrehet werden kann. Diese Vorrichtung wird *Trietzkopf* genannt, weil mit dem Pfahlthau der Rammpfahl aufgezogen werden kann. Wenn diese Zapfen aus festem Holze oder Wurzeln gemacht werden, so kann man sie in einer Halbkugel endigen lassen, und in Oel sieden, wo sie alsdann in eine concave Hülse, von gleich festem Holze, stehen mögen. Auf diese Weise werden sie sich leicht bewegen. Von demselben Trietzkopfe geht das Pfahlthau nach einer Welle *w* (Fig. 11.), welche auf den Seitenstützen mit Zapfen läuft, und mittelst zweyer Arme umgedreht wird.

§. 65. Ist der Pfahl *s* mittelst des Pfahlthaues *p*, unter dem Rammklotz *A* dergestalt gesetzt, so daſs die Läufer der Ramme mit der ihm, je nach den Absichten der Fundirung gegebenen Stellung, in einer und der nämlichen Richtung fortgehen, und ist der Pfahl vermöge seiner eigenen Schwere, oder wenn man mit einen Hammer daran geschlagen hat, oder auch durch Drehung, von der einen zur andern Seite, oder endlich durch Vorbohrung, etwas in den Grund gerückt: so wird um denselben und den Läufern das *Florthau t* geschürzt, welches dazu dient, um den Pfahl in der senkrechten Lage, während er eingerammt wird, zu erhalten. Zwischen den Läufern und dem Pfahl wird ein Holz *m*, der *Abhalter* genannt, gelegt, welcher mit einer Kerbe versehen wird, worin das Florthau eingreift. Anstatt des Florthaues bedient man sich auch einer Kette, und wenn der Pfahl sich von der ihm zu gebenden Lage zu entfernen strebt, muſs denselben ein Zimmergeselle, vermittelst einer durch die Kette zu steckenden eisernen Brechstange, in der erforderlichen Richtung zu erhalten streben. Da zuweilen der Rammklotz auf eine gewisse Höhe erhalten werden muſs, wenn nämlich etwas an der Maschine zu verändern ist, so werden in die Läufer, auf 6 Schuh Abstand, kleine Löcher *n* gebohrt, in welche man hölzerne oder eiserne Nägel steckt, worauf der Rammklotz ruht. Bey dem Dockenbau zu *Brest* wurde aber der 1200 Pfund schwere Rammklotz, mittelst Scheerntackl schwebend erhalten, während man sich eines leichtern Klotzes zum Einschlagen der kleinern Pfähle bediente.

§. 66. Der Rammklotz hat, bey den gewöhnlichen Zugrammen, eine Schwere von 250 bis 1400 Pfund; denn bey einem schwereren Rammklotze haben die ziehenden Arbeiter nicht Raum, um mit Vortheil ihre Kräfte beym Niederziehen der Zugseile anwenden zu können. Bey den Kunstrammen ist dessen Schwere 1200 bis 2000 Pfund, ja bey der alten hölzernen Brücke von *Saumur* hat man einen Rammklotz von 4000 Pfund Schwere gebraucht, um die 45 bis 50 Schuh langen, und 20 bis 24 Zoll dicken Pfähle einzurammen; und bey der neuen massiven Brücke daselbst, wurden eiserne Rammklötze bis 1700 Pfund Schwere angewendet. (Cessart description des travaux hydrauliques pag. 160.) Auch *Perronet* (Tom. I. pag. 100.)

gebraucht bey den zugrammen schwerere eiserne Rammklötze, als man gewöhnlich angewendet hatte, nämlich 1200 bis 1740 Pfund schwere. Ja! *Regemortes* rammte zuletzt mit 1500 Pfund schweren metallenen Klötzen die Spundwände bey der Brücke von *Moulines* ein. Am Rand der Schiffsdocke bey *Toulon* wurden die demselben einschliefsenden Pfähle mit einem 2500 Pfund schweren Rammklotze, der 12 Fufs hoch gehoben wurde, 10 Schuh in den Grund getrieben.

Der *Rammklotz* besteht aus Eichen-, Eschen-, Ulmen- und Ahornholz, von Gufseisen oder Metall. Die Rammklötze erhalten eine Länge von 3 bis 6 Schuh, eine Breite von 2 bis 3, und eine Dicke von 1½ Schuh. Wie man ehemals die Rammklötze oder Bären auf verschiedenerley Arten mit Eisenwerk, von 100 bis 200 Pfund schwere, armirt oder beschlagen hat, das zeigen die Figuren 20. bis 28. Tab. 85. Wie darin dessen Arme eingelassen wurden, zeigt Fig. 17.

Damit aber die Arme des Rammklotzes an den Läufern nicht eine grofse Reibung verursachen mögen, so gab man ihnen zuweilen Firctions-Rollen, welche jedoch an hölzernen Rammklötzen gebrechlich sind, und daher nur an von Metall und Eisen gegossenen gebraucht werden konnten. Auch wird zur Erhaltung der Läufer, auf ihrer vordern Seite oder an beiden Seiten, eine eiserne 12‴ dicke Schiene gelegt. Alle diese Armirungen und Beschläge des Rammklotzes so wie auch die Frictions-Rollen sind bey der Ausübung sehr mangelhaft, und sollten daher gänzlich abgeschaft werden Sie brechen nämlich öfters, machen daher viel Aufenthalt, und verursachen unnöthige Kosten. Folgender hölzerner Rammklotz ist nach meiner Erfahrung der beste: Man lasse nämlich den Rammklotz aus einem ausgetrockneten eichenen Holze (Fig. 65, 66 und 67. Tab. 85.) bestehen; derselbe erhalte unten eine Fläche (Fig. 65.) von vier bis 6¼ Quadratfufs, das ist, eine Breite und Dicke von 2 bis 2½ Schuh, und eine Höhe von 3½ bis 4 Fufs; oben sey derselbe 3 bis 2 Zoll schwächer. Durch den Klotz geht ein 6″ im Viereck grofses Loch *a*, welches das *Läuferloch* genannt wird, indem man mit einem Röhren-Bohrer ein 3 Zoll weites Loch bohrt, und dieses mit der Stofsaxt nach und nach ausstöfst *). Durch dieses Loch geht der einige Linien dünnere Läufer (*g g* Fig. 66.) der Ramme. Dann wird in der untern Fläche des Rammklotzes eine, einen Zoll dicke eiserne Platte *d f* (Fig. 65.) eingelassen **), die zwo Löcher hat, durch welche zwey 9 Linien starke Schrauben *d* und *f* Fig. 67. gehn, für welche durch den Klotz Oeffnungen gebohrt sind. Diese Schrauben halten

*) Diese Oeffnung kann auch auf folgende Weise gemacht werden. Anfänglich läfst man 3 oder 5 Löcher durch den Klotz bohren, und dann stöfst man mit der Stofsaxt das viereckige Loch nach und nach aus.

**) Wiewohl es ausgemacht ist, dafs Holz auf Holz besser, als Metall auf Holz auf den Rammpfahl wirkt, indem dessen Fiebern schneller in Schwingung gebracht werden, so giebt doch die Erfahrnng, dafs sich die untere Fläche eines hölzernen Klotzes aufbürstet und dafs hierdurch die Wirkung seines Falls sehr geschwächt wird, und dafs Holz auf Holz den Rammpfahl sehr erhitzt. In dieser Hinsicht also mufs man den schweren hölzernen Rammklötzen (von 500 Pfund und schwerer) eine eiserne Platte geben.

einen eisernen Bügel *h* fest, welcher zwischen zwo eiserne Platten und Muttern *l l* befestigt wird, nachdem zuvor unter dessen mittlerer Theil der Hacken (Fig. 66.) gesteckt ist. In der Achse dieses 10″ hohen Hackens, dessen zwo Theile mit einem Seil zusammen gehalten werden, wird das Rammthau *k* (Fig. 67.) durchgezogen, dessen Ende mit dem übrigen Thau, durch Umwindung eines kleinen Seiles, verbunden ist. Einen solchen Rammklotz umgiebt man rund herum mit drey 1½ bis zwey Zoll hohen und 6 bis 9 Linien dicken eisernen Ringen *n o p*, und läſst durch denselben und den zwo Schrauben *d f* noch kleine Querschrauben *m m* gehen, damit jene sich nicht aufwärts geben.

Dieser von mir beym Bauwesen in Baiern eingeführte Rammklotz wiegt 7 bis 8 Zentner, und damit können, wie mir die Erfahrung gelehrt hat, mehrere hundert Pfähle eingerammt werden, ohne daſs er beschädigt wird, wenn die andern bis jetzt bekannten Rammklötze hundertmal brechen, und Reparaturen bedürfen, daneben auch eine weit gröſsere Friction an den zwo Läufern bewirken! Da die Reibung längs dem einen *Läufer*, den man auch rund machen könnte, sehr geringe ist, wenn man diesen täglich mit Seife einschmiert: so ist dieser Rammklotz nicht genug zu empfehlen, zumal man, nach meiner Erfahrung, jedem Arbeiter 8 bis 10 Pfund mehr Bärschwere, das ist 30 bis 32 Pfund, zutheilen kann, als bey den übrigen Rammklötzen; auch ist er wohlfeil und von gröſserer Wirkung als die übrigen, da er, wie gesagt, leicht an dem Läufer *f* hinauf und herab gleitet, welches bey allen andern, die vier Lappen und zwo Läufer haben, nicht der Fall ist; endlich fällt er immer genau auf die nämliche Stelle des Pfahlkopfes, welches die Pratzen oder Nuthen habenden, also längs den Läufern hingleitenden Klötze nicht thun, die gar öfters schwankend fallen und dadurch die Geschwindigkeit stöhren, d. i. die Kraft, womit der Klotz auf den Pfahl fällt, schwächen. Diese hüpfende oder schwankende Bewegung des Klotzes entsteht a) wenn an jeder Seite desselben nur ein Arm angebracht, b) wenn dessen eine Hälfte schwerer als die andere ist. Nicht nur diese nachtheilige Wirkung wird bey denjenigen Rammklötzen, die, wie ich gezeigt habe, ein Läuferloch haben, vermieden, sondern auch die Reibung der Arme oder der Nuthen des Rammklotzes an die Läufer fast ganz aufgehoben. Längs *einem* Läufer, welcher dabey nothwendig ist, wird die Reibung sehr verringert, so daſs dieselbe während des Falls; bey einem Rammklotze von 7 Centner, für nichts zu betrachten ist; erstens, wegen des Spielraumes, welcher zwischen dem Läufer und dem im Rammklotze angebrachten Läuferloche Statt findet, so wie auch durch das Fett oder die Seife, womit man den Läufer täglich bestreicht. Diesen Rammklotz kann ich daher nach einer langen Erfahrung zu urtheilen, nicht genug anrühmen, und ich habe die übrigen bis jetzt bekannten hölzernen Rammklötze gänzlich in Baiern abgeschaft. Auch läſst derselbe, da er nur einen Läufer nothwendig macht, leichtere Rüstungen, einen kleinern Fuſs der Ramme, folglich eine bequemer zu verrückende Maschinerie zu,

und endlich erfodert dieser Rammklotz, wenn er etwa 5 bis 6 Centner wiegt, nur zwey mit Spitzen versehene Hinter-Stützen, und zwey in eine Schwelle eingelassene Seiten-Stützen, woran die Leitern angebracht werden. In dieser Schwelle wird auch der Läufer eingelassen. Wie eine so construirte Ramme gemacht ist, zeigt Nro. 2. (Tab. 101). Damit man sie schrag stellen kann, so bewegen sich die zwo Hinter-Stützen um einen Nagel oder Bügel. Diese Maschine bedarf also nicht einmal eines *Schwellgebindes*, so daſs sie leicht verrückt werden kann, welches viel zur Oekonomie der Bauten beyträgt.

Solche Rammklötze (Bären) die schwerer als 750 Pfund seyn müssen, lasse man aus Metall oder Eisen gieſsen, weil sie von Holz zu groſs werden, und gebe ihnen gleichfalls ein viereckiges Läuferloch. Man könnte auch wohl den Läufer aus einem eisernen Cylinder machen lassen, wenn nicht die Elasticität des Holzes das Aufsteigen von dem Rammklotze längs dem Läufer vermehrte, und eine eiserne Stange die Maschinerie beym Verrücken schwerer macht und leichter als Holz brechen kann. Auch würde sie den metallenen Rammklotz stark abnützen, und eine zu groſse Erhitzung desselben hervorbringen, wodurch das Metall schnell abgenutzt und der Pfahlkopf poltzerig geschlagen würde, und welches, wie wir in der Folge sehen werden, die Rammschläge auſserordentlich schwächt. Gewöhnlich aber erhalten die metallenen Rammklötze an jeder Seite eine Nuthe oder auch zwo Arme, Pratzen genannt, die an den Läufern hingleiten. Wenn der Rammklotz *einen* Arm erhält, so macht er im Heruntergleiten längs den Läufern eine schwankende Bewegung, wodurch, wie gesagt, die Geschwindigkeit seines Falls gestört, folglich sein Vermögen geschwächt wird. Findet der Ingenieur solchen Rammklotz, so ist an jeder Seite ein hölzerner Backen, wodurch die zwo Theile eines solchen Pratzens gelocht werden, anzubringen, welcher längs dem Läufer hingleitet, und den man $\frac{1}{2}$ Stunde über in Oel kochen sollte, um die Reibung zu verringern. Fig. 69. Tab. 65. stellt einen metallenen Rammklotz dar, dem ich vermittelst eines dadurch gesteckten eisernen Trägers *e d* (Fig. 68.) der an einer Seite *e* mit einer Schraube und an der andern mit einer Platte *d* endet, die Einrichtung gegeben habe, so daſs das Rammthau *c* im Mittelpunkt der Schwere des Rammklotzes angebracht ist. Damit dieses Thau sich in der obern Oeffnung *b* nicht abreibe, so geht es durch eine 3 $\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weite und 11 $\frac{1}{2}$ Pfund schwere Hülse *b*, die oben Schraubenwindungen hat, worauf die von der Oberfläche des Rammklotzes hervorstehende kreisförmige 4 $\frac{1}{2}$ Pfund schwere Mutter *a* geschraubt wird. Dieses kurze Thau *c* erhält oben eine Oehse *e* (Fig. 69.) durch welche das eigentliche Rammthau gezogen und welches dann daran befestigt wird. Dieser Rammklotz wiegt 1122 Pfund. Er ist unten 1′ 4″ im Quadrat, und 2′ 4$\frac{1}{2}$″ hoch, und kostet 800 Gulden. Wenn man den hohlen Theil mit Sand füllt, so wird dessen Schwere vermehrt, und das schnelle Aufspringen vom Pfahl, welches die Höhlung verursacht, vermieden.

An den leichtern hölzernen Rammklötzen kann die Oehse, worin das Rammthau geschürzt wird, von Holz aus einem Stück mit dem Klotze gehauen seyn. Die Methode, das Rammthau hinten am Rammklotze in eine Oehse 3. (Fig. 20. oder 21. Tab. 83.) zu knüpfen, taugt nichts, weil alsdann der Rammklotz nicht wagrecht gehoben werden kann, sondern nach vorne übergebogen, mithin an die Läufer geklemmt wird. Man mufs also das Rammthau entweder mitten auf der Oberfläche (sieh Fig. 67. Tab. 83.) oder wie ich so eben beschrieben habe (Fig. 68.) im Schwerpunkte des Rammklotzes zu befestigen suchen.

§. 67. Da begreiflich das 1 ¾ bis 2 ¾ Zoll dicke *Rammthau* nicht von den Arbeitern angegriffen werden kann: so wird an dasselbe das 1 ½ bis 1 ¾ Zoll starke *Kranzthau y* Fig. III. Tab. 83. mittelst dem durch einen aus dem erstern geschürzten Schleife gesteckten *Rammknebel u* verbunden; um dieses Kranzthau werden die Zugleinen *v* befestigt, an deren Enden die 1 ¾ Zoll starken und 1 ½ Fufs langen hölzernen *Ziehknebel x.* hangen, welche die Arbeiter angreifen, und vor sich niederziehen. Diese Einrichtung hat man vorzüglich in Deutschland angewendet. Sie hat vor der sonst üblichen Methode, nach welcher die Zugleinen unmittelbar an das Rammthau angeschürzt sind, und welche keinen Knebel haben (Fig. 2. Tab. 85.) wesentliche Vortheile, welches nicht nur das in der Folge vorzutragende beweifst, sondern dieses Verfahren ist auch für die Arbeiter äufserst unbequem, indem sie ihre Hände mit dem Anziehn der Zugleinen wund machen, und die Faulen sich schonen, weil sie die Zugleinen länger als die übrigen Arbeiter lassen, welches alles bey den mit Knebeln versehenen Zugleinen nicht geschehen kann, wenn die Aufsicht gut ist. Das Verfahren ohne Zugknebel und ohne Kranzthau zu rammen, kann also nur dadurch entschuldigt werden, wenn der Rammpfahl in einen weichen Boden leicht einrückt, wobey man genöthigt würde, die Zugleinen öfters von den Knebeln ab - und aufzuwickeln, oder das Kranzthau oft höher zu schürzen.

§. 68. Die Franzosen haben dagegen bey ihren Zugrammen dadurch eine wesentliche Verbesserung angebracht, dafs sie die Rammscheiben, worüber das Rammthau läuft, vergröfserten, denn auf den kleinen Rammscheiben werden die Rammthaue schnell abgenutzt, und wie aus der Mechanik bekannt, erfodern die kleinen Rammscheiben wegen ihres geringen Durchmessers und der gröfsern Kraft, die erfodert wird, die Steifigkeit der Zugseile über kleine Rollen zu überwinden, eine grofse Kraft, den Rammklotz zu heben, folglich mehrere Arbeiter, als grofse Rammscheiben. Ich bemerke daher, dafs die über die Steifigkeit der Zugseile oder Seile überhaupt, von *Coulomb* und *Amonton* angestellten Versuche und daraus abgeleiteten Theorien im 2ten Theil von Prony's Architecture hydraulique, welche für alle Deutsche durch die treffliche Bangsdorfsche Uebersetzung nutzbar geworden ist, enthalten sind.

Der General-Inspector *Pollart* hat zuerst im Jahre 1747, beym Bau der Brücke zu *Poissy*, die Rammscheiben 4 bis 5 Schuh groſs gemacht. *Régémortes*, beym Bau der Brücke zu *Moulines*, gab ihnen drey Schuh im Durchmesser (Fig. 2. Tab. 82.) und *Perronet* hat Rammscheiben gebraucht, die 1 Fuſs 4 Zoll bis 3 Fuſs 4 Zoll im Durchmesser hatten, Fig. 2., 4. und 9. Tab. 85., welche zwo Scheiben in letzterer Figur zu den Rammen Nro. 1. und 4. gehören. Ich habe bey den Rammen in Baiern Scheiben von 3 bis 3 ½ Fuſs im Durchmesser eingeführt, und dieselben eine Stunde über in Oel sieden lassen. Auf eine so in Oel gekochte Scheibe hält ein Rammthau länger, als drey Seile über Scheiben, die man so braucht, wie sie aus der Hand des Zimmermanns oder Scheibenmachers kommen, wobey auch die Reibung gröſser ist. Auch hält eine so zubereitete Scheibe das Einrammen von einigen hundert Pfählen aus.

Die Einrichtung mit zwey Rammscheiben an einer Ramme ist nicht zu empfehlen, weil die Arbeiter schwerlich an beyden Rammthauen gleichförmig ziehen werden, mithin der gleichförmige Zug, welcher doch so nothwendig ist, fehlt. Auch wurde die letzte mit zwey Scheiben versehene Ramme vorzüglich nur zum Aufziehn der Pfähle gebraucht, wie dies im nächsten Capitel näher beschrieben wird.

Es ist unbegreiflich, daſs man die einfache Verbesserung, welche doch aus den groſsen Rammscheiben entsteht und die so augenscheinlich ist, selten in Deutschland und Holland ausübt.

Zu den Rammscheiben muſs aber festes Holz genommen werden, eines Theils um die Reibung des Rammthaues zu vermindern, und andern Theils die Dauer der Scheibe zu verlängern; Buxbaum, Birnbaum, Ahorn und Bockholz ist das beste; indessen bedient man sich auch dazu des Fichtenholzes. Diese Bedingungen werden aber auch noch dadurch um so gewisser erreicht, wenn man die fertigen Rammscheiben 1 bis 1 ¼ Stunden in Oel sieden läſst, welches Verfahren ich bey allen Scheiben, Rollen, Zähnen und Unterlagern von Holz, vortrefflich gefunden habe, und das nicht genug empfohlen werden kann. Bey groſsen Rammscheiben müssen die Stücke ihres Kranzes einzeln in Oel gesotten werden. Diese hölzernen in einander gezapften Theile werden mittelst eisernen Blättern und Schrauben zusammen verbunden. Inwendig, wo sich die Scheibe um den eisernen Zapfen dreht, giebt man ihr ein Futter von Glockenguth oder Messing, damit die Reibung desselben auf dieses Futter möglichst vermieden werde. Auch die beyden Seitenlagen des ¾ bis 1 ½ Zoll starken eisernen Zapfens müssen von Metall seyn, worin sich derselbe bewegen sollte und die also von Zeit zu Zeit mit Fett eingeschmiert werden müssen. Dieser Zapfen kann, wegen der Gröſse der Scheibe, nicht allemal über die vordern Stüsten der Ramme angebracht werden, sondern muſs deswegen rückwärts in zwey an diese Stützen angeschraubten Holzklötze ruhen, wie dies mehrere Kupfer dieses Werkes deutlich zeigen.

§. 68. Eine andere nachahmungswerthe Einrichtung findet man, wie gesagt, bey den französischen Rammen in der Construction des *schwellgerüstes* Fig. 7, 8 und 10 Tab. 85 und Fig. 3 Tab 82, welche die Fortbringung der Ramm-Maschine erleichtert, und kaum 100 Quadratschuh Raum einnimmt. Sollte jedoch dabey zu befürchten seyn, dafs die Ramme ihres kurzen Schwellgerüstes wegen, während des Ramm-Manövers, nach vorne zu, eine Ueberwucht erhalten könnte, so mufs über die Mittelschwelle und zwar an jedem Ende, eine Kette oder Zwinge gelegt werden, welche entweder (an beiden Enden) an eingerammten Pfählen befestigt, oder wenn die Maschine auf einem Gerüste, Prahmen oder Flofs steht, an diesen angebunden wird. Diese Vorsicht ist nothwendig, weil sonst der heftige Wind die Maschine umstürzen kann, besonders auf isolirten hohen Gerüsten.

Eine andere Vorsicht besteht darin, dafs man oben, an der hintern Ruthe oder der Leiter, hölzerne Klöze anschraubt, welche vor der Rammscheibe hinstreichen, damit das Rammthau aus der Rinne der Rammscheibe nicht ausspringen kann, welches, ehe ich diese Verbesserung anbrachte, oft geschah, und wodurch viel Aufenthalt entsteht, denn jede Stockung in der Rammarbeit ist sehr kostbar, weil eine grofse Anzahl Arbeiter unbeschäftigt bleibt. Da ferner das Rammthau öfters an den Kranz *y* Fig. III. Tab. 83 geschürzt werden mufs, nachdem der Pfahl tiefer eindringt, weil alsdann dasselbe länger werden mufs, und diefs Manöver viel Aufenthalt macht; sobald *ein* Vorarbeiter den schweren Kranz auf der Leiter nachziehen und halten soll, so habe ich an der Seite der einen Hinter- oder Seiten-Ruthe eine Rolle anbringen lassen. Darüber wird ein Seil gelegt, mit welchem einer von den Rammarbeitern den Kranz mit seinen Zugleinen, während der Rammklotz auf dem Pfahl oder einem eisernen Nagel ruht, aufzieht, und so lange leicht in die Höhe hält, bis ihn der andere auf der Leiter stehende Arbeiter, mittelst eines Hackens, an sich holt und das Rammthau von neuem daran geschürzt hat. Diese Vorrichtung ist, so geringfügig sie zu seyn scheint, sehr zu empfehlen; denn es ist nicht gleichgültig, wenn 50 bis 60 Arbeiter des Tages eine Stunde über länger, als nothwendig ist, müfsig stehen, während die Aufschürzungen des Kranzthaues geschehen.

§. 69. Was nun die Stellung der Arbeiter und das Manöver bey den Zugrammen anbetrift, so mufs dassalbe dergestalt eingerichtet seyn, dafs die gröfstmöglichste Kraftanwendung bewirkt wird. Es mufs nämlich die nachtheilige schiefe Richtung der Zugleinen dadurch aufgehoben werden a) dafs das Kranzthau so nahe als möglich der Rammscheibe, am Rammthau, und zwar nach einer Zirkel-Linie, angeknüpft wird; b) die Zugleinen müssen an das zirkelförmig geschlungene Kranzthau dergestalt befestigt werden, so dafs man die Arbeiter in concentrischen Kreisen stellen könne, deren Mittelpunkt, wo möglich, in die Vertical-Linie, die den Rand der Rammscheibe tangirt, fällt. Da ein jeder Arbeiter sechs bis sieben Quadratschuh Raum nothwendig hat, so wird man die Stellung vieler Arbeiter in mehr als einem Kreise bewirken müs-

sen. Die kleinern Arbeiter kommen dann in die innern Kreise, und die gröſsern in den äuſsern Kreis. c) Der äuſsere Kreiſs muſs mit dem Kranzthau und dem Umfang der Scheibe einen Kegel formiren; d) ist der Kreis des Kranzthaues *) so klein als möglich zu machen, (nämlich bey leichten Rammen, wo der Stellungskreis nicht groſs seyn darf) um den schrägen Zug mit den Zugleinen so viel möglich zu vermeiden; weil dadurch bekanntlich die Wirkung der Kraft geschwächt wird **). Bey schweren Rammklötzen, zu deren Zug viele Arbeiter gebraucht werden, muſs man jedoch den Kreis, mithin auch den des Kranzthaues, um eine groſse Anzahl von Arbeitern anzubringen, vergröſsern. e) Insofern das Rammthau in die Ebene der Rammscheibe fallen muſs, um sich nicht auf diese zu klemmen, sondern in der Mitte ihrer Rinne zu liegen, so dirigirt dessen Ende *r r* (das Lenkende Fig. 3 Tab. 83) ein bey *k* stehender Aufseher, welchen ich *Ramm-Meister* nennen will, anstatt man ihn sonst den Sahwanzmeister hieſs. Wo das Rammthau nicht so gelenkt wird, da fehlt man gegen die beste Art des Ramm-Manövers ***). Dieser Ramm-Meister zählt auch die Anzahl

*) Wenn der Kranz, woran die Zugleinen befestigt werden, von einem Seile gemacht wird, so bildet er keinen Kreis, sondern die Zugseile kommen bald auf einem Bündel zusammen. Ich habe daher den Versuch machen lassen, den Kranz aus Fischbein und der Ruthe eines Ochsen bestehen zu lassen, welches mit Bindfaden umwunden wurde. Diese letztere brach aber, und ich habe gefunden, daſs junge über Feuer gebähnte Eichen oder Haseln besser zu diesen Gebrauch sind.

**) Wie wenig die gewöhnlichen Baumeister vom Gebrauch der Ramme verstehn, dies sieht man auch dabey, daſs sie die Arbeiter weit von der Ramme abstehn lassen, mithin ein langes Rammthau und einen schiefen Zug, wobey das Gewicht vom Körper des Arbeiters wenig wirkt und das die Kraft des Zuges verringert, hervorbringen.

***) Einige lassen auch von einem Arbeiter an ein an den Rammklotz befestigtes Seil ziehn, wenn dieser in die Höhe geschnellt ist, um den Fall des Klotzes zu beschleunigen, welches Verfahren Nachahmung verdient. *Manger* in seinen Beyträgen zur praktischen Baukunst, welcher über das Einrammen der Pfähle mit vollkommener Sachkenntniſs geschrieben hat, beschreibt die Anschürzung des Kranzthaues so: „Ist der Nagelmeister bis an den Ort des Rammthaues (S. Fig. III. Tab. 83.) wo der Kranz befestigt werden soll, gekommen, so macht er zuerst eine Schleife in gedachtes Thau, steckt den Knebel durch, und befestigt ihn mit einem kleinen Bindthau, daſs er nicht heraus fallen kann. Die Arbeiter thun hierauf einige Züge, bis sich die Schleife etwas an den Knebel angezogen hat. Alsdann wird der Kranz an den Knebel gefangen, und unter demselben zusammengeschnürt, damit auch der in der Folge nicht herunterfallen und die Arbeiter beschädigen könne. Ist dieses gehörig besorgt, so werden die Zugleinen aufgewickelt, und wieder einige Züge gethan, damit sich sowohl die groſse Schleife, als der Kranz selbst völlig auf den Knebel feste ziehen. Dieses rerursacht zuweilen sechs bis acht Zoll Verlängerung der Sugleinen, die auch deſswegen nunmehr nochmals weiter aufgewickelt werden, ehe mit der ordentlichen Hitze angefangen wird. Dergleichen vorläufiges Ziehen, ohne eine ordentliche Hitze zu machen, ist auch nach Anbringung neuer Zugleinen nöthig, denn ihr Ausdehnen oder Reiben bringt, aller Anstrengung der Arbeiter ungeachtet, zuwege, daſs der Bär kaum 2 bis 3 Fuſs in die Höhe kömmt, und also die erforderte Wirkung nicht hervorbringen kann, also neues Abbinden der Leine von den Knebeln geschieht, wenn der Pfahl geschwinde in die Tiefe geht; neues Aufwickeln aber hey Unterbringung eines Pfahls, oder wenn derselbe nicht recht fort will, gleichwohl aber noch keinen festen Grund erreicht hat, und also der Bär zu einer Gewälti-

schläge, welche in einer Hitze geschehen. Derselbe mufs ein geschickter Zimmermeister oder Geselle seyn; denn er hat die Aufsicht über die rammenden Arbeiter. Er schürzt von neuem, so oft es nothwendig ist, das Kranzthau an das Rammthau, je nach dem Eindringen des Pfahls in die Erde. Er sorgt für die Verfertigung und Aufrichtung der Ramme, so wie für das Einschmieren des Rammthaues, der Läufer und der Rammscheibe, und bessert die vorgefallenen kleinen Beschädigungen aus *).

Es mufs ferner das etwa zwey Zoll starke *Kranzthau* bey der Anschürzung so nahe als thunlich der Rammscheibe gebracht werden, damit nach der Lehre der Statik der Zug des Rammthaues so wenig als möglich schräge sey. f) Auf derjenigen Baustelle, wo man die rammenden Arbeiter nicht in Kreisen, sondern in Reihen stellt, läfst man dieselben etwas rückwärts, d. i. weiter von dem Läufer entfert stellen, und so, wie die Zugleinen kürzer werden, d. i. so wie der Pfahl einrückt, treten die Arbeiter vorwärts. Die Arbeiter einer jeden Reihe sollten von einerley Gröfse seyn, und die gröfsten in der hintern Reihe ziehen. g) Soll die Arbeit angehen, so wird zuerst die Ramme, je nach der Richtung in welcher der Rammpfahl eingetrieben werden soll, dergestalt gestellt, dafs die Läufer mit dem Pfahl parallel stehen. Dann wird der Pfahl entweder mit Hülfe der Ramm-Maschine selbst oder auf eine andere Art, worüber ich einiges in diesem Werke und insbesondere beym Brückenbau anführen werde, vor der Ramm-Maschine gestellt, oben an die Läufer und unten entweder an eine Pfahllehre oder an den Fufs der Ramme, mit Seilen und Hebeln befestigt. Wie zuvor derselbe vermittelst der an der Ramm-Maschine befindli-

gung höher geschnellt werden mufs, bis er durch vervielfältigte und heftigere Schläge zum Eindringen im festen Boden befördert worden ist.

Da die Anschürzung des Kranzthaues stets mit Zeitversäumnifs verknüpft ist, so darf sie jedoch, wenn der Pfahl leicht eindringt, nicht zu hoch geschehen, als worauf der nöthige Bedacht zu nehmen ist. Es mufs daher der Ramm-Meister einige Praxis haben, um beyläufig zu beurtheilen, wie tief der Pfahl in einer Viertelstunde einsinken wird, welches ihm die Einschlagung der Probepfähle lehrt, und wobey er sich also die Wirkung von dem Einrüchen des Pfahls aufschreiben mufs. Ubrigens wird die Zeit der abermahligen An- oder Abschürzung des Kranzthaues dadurch verlängert, dafs die Zugleinen auf die Knebel aufgewickelt und geschürzt werden. Die Aufschürzung oder Nachlassung der Zugleinen auf die Knebel geschieht dann während einer Pause, die *nach der Operation, in welcher eine gewisse Zahl von hintereinander gefolgten Schlägen geschehen ist, und welche man, wie gesagt, Hitze* (Volèe) *nennt, gemacht wird.*

*) An wenig Orten wird das Aufschürzen des Rammthaues von dem Nagelmeister, das ist der Arbeiter, welcher den Nagel, worauf während des Aufschürzens vom Kranze der Rammklotz in die im Läufer angebrachten Löcher einsteckt, besorgt. Dieses kann aber von dem Ramm-Meister selbst, das ist von eieinem bey der Ramme die Aufsicht führenden Zimmergesellen geschehen. Der *Flohrmeister*, welcher das Aufschürzen des Flohrthaues, das ist desjenigen Seils, womit der Rammpfahl längs dem Läufer in dem ihm zu gebenden Stande gehalten wird, besorgt, misst zugleich die Einrückung des Pfahls, während jeder *Hitze*, das ist die hintereinander gemachten Anzahl-Schläge, nach denen von ihm an dem Läufer gemachten Zeichen. Er sorgt dafür, dafs der Rammpfahl stets in der vorgeschriebenen Richtung bleibt, und dafs diese auch die Läufer der Ramme behalten, und steht defswegen vorne beym Pfahl.

chen Trietzrolle mehrere Schuh hoch aufgehoben und dann heruntergelassen wird, während man ihn mit Richthacken hält. Gewöhnlich rückt dann der Pfahl 9 bis 24 Zoll, vermöge seiner eignen Schwere, in den Grund. Jetzt gehen die Arbeiter an die Zugleinen und fangen das Rammen an. Es ruft der *Ramm-Meister: auf*, und jeder Rammende ergreift den für ihn bestimmten Knebel mit beyden Händen, so dafs die Knöchel oben liegen, stellt seine Füsse etwas auseinander, und richtet sein Gesicht nach dem Kranzthau. Sobald der *Ramm-Meister hoch* ruft, zieht jeder Arbeiter den Knebel vor sich nieder, und zwar mit einer *Schnellung* oder mit einem Ruck, damit der Klotz nicht aufgezogen, sondern aufgeschnellt wird, denn er mufs mittelst der Schnellung noch aufsteigen, wenn schon die Knebel die tiefste Stelle erreicht haben. Es müssen daher in dem Moment, worin der Rammklotz noch steigt, die Zugleinen nicht angespannt seyn, welches geschieht, wenn die Arbeiter die Zugleinen rasch abwärts ziehen. Nachdem die in jeder Hitze angenommenen Schläge gemacht sind, ruft der Ramm-Meister *hopp*, und die Rammenden ruhen sich etwa 1 ½ Minute aus, bis der Ramm-Meister wieder *hoch* ruft, wo das Manöver von neuem angeht. Nach meinen Beobachtungen sollten auf diese Weise allemal in zwey Secunden ein Schlag geschehen, und hierauf mufs der Ramm-Meister angewiesen werden. h) Ist das Rammthau von dem Laufen über die Scheibe sehr abgenutzt, so dafs es die vollkommene Haltbarkeit nicht gewährt, dann mufs es umgekehrt werden, denn das Ausbessern vermehrt die Reibung, da sie mit Umwicklung kleiner Bindfäden geschieht. Auch ist dieselbe von geringer Dauer. i) Um die Haltbarkeit des Rammthaues zu vergröfsern, die Biegsamkeit des Seils zu vermehren, d. i. die Steifigkeit und Reibung auf der Rammscheibe zu vermindern, so ist es sehr gut, wenn das Seil durch kochendes Oel gezogen, vorher aber in ein Dampfbad gebäht wird, welches sich leicht durch eine Vorrichtung über einen grofsen Kefsel bewerkstelligen läfs. Nachdem aber das Seil auf diese Weise in Oel getränkt ist, wird es in einen Ofen gelegt, entweder mit Löschpapier oder Werch umwunden, damit in dessen Oberfläche nicht zu viel Oel bleibt. Man kann auch die gewöhnlichen Seile, so weit sie über die Rammscheibe laufen, mit steifen Fett, Unschlitt und grüner Seife bestreichen, welche letztere besonders gut ist. Vorzüglich sind, in Rücksicht der mindern Steifigkeit oder Biegsamkeit, die in *Stuttgard* gewobenen Seile zu empfehlen, die ich auch in Baiern mit Vortheil angewendet habe, wo sie jetzt ein Seiler in Landsberg verfertigt. k) Auch mufs die Falze oder Rinne von der Rammscheibe dem Seile hinreichenden Spielraum lassen, und zuweilen so wie der Zapfen und der Läufer, oder die Läufer, mit Fett und grüner Seife geschmiert werden. Da aber die metallenen Scheiben die Rammthaue sehr erhitzen und und schnell abnutzen, so bedient man sich lieber der hölzernen Rammscheiben.

Endlich lasse man die ganze Ramm-Maschine zweymal mit Schiffstheer bestreichen, damit sie in der Witterung ausdaure, welcher sie sehr ausgesetzt ist.

§. 70. Die Anzahl der Arbeiter, während einer Hitze, richtet sich a) nach der Schwere des Rammklotzes, b) nach der Bedingung, dafs der Klotz so hoch und so vielmal als als möglich ist, in einer Hitze geschnellt werde. Es ist nämlich das Einrücken eines Pfahls stärker 1°, je nachdem der Rammklotz höher herabfällt, und 2° je mehrere Schläge *schnell hintereinander* in einer Hitze erfolgen.

Wie aber das Einrücken der Pfähle sich zur Geschwindigkeit, womit der Rammklotz heruntergleitet, und zu dessen Fallhöhe verhält, darüber ist bis jetzt noch kein allgemein gültiges Gesetz ausgemittelt worden, weil aus der Verschiedenheit des Pfahlgrundes und aus der Einwirkung, welche aus der Zahl von Schlägen, die hintereinander erfolgen, oder die in einer Hitze geleistet werden, und aus denen dem Rammpfahle mitgetheilten Schwingungen, sehr verschiedene Resultate entstehn: so möchte dasselbe auch schwerlich genau ausgemittelt werden.

Der Einflufs von den Schwingungen der Holzfibern des Rammpfahles auf das Einrücken des Pfahls in den Boden, ist nämlich darin gegründet: a) dafs, eher der Pfahl tiefer eindringen kann, selbst dessen Spitze von dem Aufschlagen des Rammklotzes erschüttert oder in Schwingung (Oscillation) gebracht werden mufs. Diese Erscheinung (nämlich die Schwingung der Holzfibern des gesammten Pfahls) ist bey einem von dem Rammklotze getroffenen Pfahl sichtbar, denn der Pfahl zittert, d. h., seine Fibern sind in Schwingung. Sie erklärt augenscheinlich den sonderbaren Umstand, dafs solche Pfähle, deren Holzfibern in der Quere oder sehr schräge laufen, die also windschief oder gedreht sind, sich, während sie eingerammt werden, sehr drehen, folglich ausgeschossen werden müssen. Solche, die sich langsam drehen, und ihren verticalen Stand nicht ändern, rammt man ohne Bedenken ein: denn diedieser Fall ereignet sich sehr oft, und diese Drehung findet genau nach derjenigen Richtung statt, nach welcher die Holzfibern des Pfahles gedreht sind. Dafs die Schwingung der Holzfibern auf das Einrücken eines Rammpfahles einen wesentlichen Einflufs haben, beweifst auch der Umstand: dafs wenn man den sogenannten Knecht zwischen dem Rammklotze und dem Pfahlkopfe setzt, die Wirkung der Rammschläge verringert wird, und dafs, je länger derselbe ist, die Abnahme der Wirkung steigt. Ja ich habe den Versuch gemacht, blos ein Brett auf dem Pfahlkopf zu legen, und das Einrücken des Pfahles verringerte sich merklich. Ueber alles dieses habe ich bereits in meinen Beyträgen zur Brückenbaukunde die Beobachtungen mitgetheilt, und ich werde sie auch in diesem Werke anführen. In so fern nun die Fibern des Pfahles nicht in starke Schwingung gerathen können, wenn sein Obertheil nicht glatt gehauen ist, so dringt aus eben dieser Ursache, der einen platt geschlagenen Kopf habende Pfahl, mit gleichen Rammschlägen, nicht so tief ein, als ein anderer scharf abgehauener Pfahl. Ferner erschüttert Metall die Fibern des Pfahls stärker, als Eisen, und daher sind die metallenen Rammklötze besser als eiserne. b) Wird der Pfahl stark erschüttert, d. i., folgen die Schläge schnell aufeinander, so mufs das *Einrü-*

cken des Pfahls vermehrt werden, weil das den Pfahl umgebende Erdreich genöthigt wird, sich von demselben zu entfernen, wozu noch die Erschütterung oder Schwingung aller Fibern des Holzes wesentlich mitwirkt. *) Sind nämlich die Holzfibern des Pfahles noch in Bewegung, während schon wieder ein zweyter Schlag den Pfahl trift, so theilt sich die Erschütterung selbst der Pfahlspitze schneller und kräftiger mit. Je elastischer daher das Holz des Pfahles ist, desto leichter werden die Pfähle in den Grund eindringen. Kiefernholz ist daher, unter sonst gleichen Umständen, mit wenigen Bärschlägen einzurammen, als Eichen- Buchen- und Erlenholz. Da hingegen wird der aus Nadelholz bestehende Pfahl, nach der geschehenen Einrammung, sich nicht so leicht von der darauf erbauten Last eindrücken, weil sich dieses Holz vermög seiner Elastizität, gegen die ihm umgebene Erdmasse, die es während des Einrammens zusammen pressen liefs, auszudehnen strebt. Aus diesen angegebenen Gründen sind bey den Zugrammen die sogenannten *Setzschläge*, welche man, wenn der Pfahl beynahe fest steht, macht, und wobey der Klotz ein paar Sekunden auf den Pfahl ruhend bleibt, ohne Effekt. Ein anderes ist diefs bey schweren Kunstrammen und weichem Boden, wobey die Schläge nur langsam aufeinander folgen, wo also zugleich durch den Druck die Wirkung des Eindringens zum Theil entsteht, und nicht durch den schnellen Fall des Bärs und seiner schnellen Abprellung vom Pfahl, wie dieses denn bey den Zugrammen statt findet. Hiezu kommt, dafs die den Rammpfahl zunächst umgebende Erdmasse gleichfalls von den Rammschlägen erschüttert wird, folglich der Pfahl leichter eindringt, wenn die Schläge schnell aufeinander folgen, und ihre Zahl so grofs als möglich ist; denn es mufs der Widerstand des Erdreichs zuerst überwunden werden, ehe der Pfahl eindringt. In diesen zwey Erscheinungen liegt besonders der grofse Vortheil, den die Zugrammen vor den Kunstrammen, bey denen die Bärschläge sehr langsam aufeinander folgen, bey gleicher Bärschwere, hervorbringen, wenn man nämlich die in *a* und *b* festgesetzten Bedingungen zu erreichen sucht. Es ist auch ausgemacht, dafs mit einer Kunstramme die Bärschläge niemal so schnell aufeinander folgen können, als mit Zugrammen. Wird nun bey den Zugrammen das den Pfahl umgebende Erdreich erschüttert, also leichter seitwärts geschoben, welches vermöge der schnell aufeinander folgenden Schläge geschieht, und kann diefs mit den langsam erfolgenden Schlägen der *Kunstramme* nicht bewerkstelliget werden: so ist es klar, dafs ein mit der erstern Maschine bis zum Stehen eingerammter Pfahl tiefer eindringt, als ein mit der

*) Daraus: dafs die Erde von den eingerammten Pfählen zusammen geprefst wird, und diese Erdmasse in Ruhe kömmt, wenn das Rammen aufhört, läfst sich die Erscheinung erklären, dafs die Pfähle bey gleicher Fallhöhe des Rammklotzes und gleicher Anzahl von Schlägen tiefer eindringen, wenn man nach einiger Zeit das Rammen wieder anfängt, als worüber ich viele Versuche, von denen ich einige in diesem Werke mittheilen werde, angestellt habe. Daher ist ein zwey mahliges Rammen sehr vortheilhaft.

Kunstramme, gleichfalls bis zum *stehen* eingerammter Pfahl. *) Hieraus, und aus dem Folgenden geht hervor, dafs es sehr irrig wäre, wenn man sich vorstellen wollte, als wenn ein Pfahl nicht mehr Gewicht tragen könnte, als erfodert wird, ihn aus dem Erdreich zu ziehen, worin er fest stand.

§. 71. Da ich in der folgenden Abtheilung über das Einrücken der Pfähle noch einige Bemerkungen zu machen gedenke, so will ich hier nur bey der Anzahl der Arbeiter, die an einer Ramme angestellt werden müssen, um den Rammklotz stets bis zu einer Höhe, die für sie nicht unbequem ist, zu schnellen, und bey der Anzahl der Schläge, während einer Hitze, stehen bleiben. Die Erfahrung lehrt es, dafs diese Höhe 5½ bis 6 Schuh pariser Maafs betragen könne, wenn auf jeden Arbeiter (den Flohrmeister eingerechnet) 20 bis 22 Pfund, Nürnberger Gewicht, Bärschwere angenommen wird, in einer Hitze 30 bis 40 Schläge gemacht werden, und wenn die Arbeiter bey jeder Pause eine bis zwey Minuten ausruhen. Zu vierzig Schlägen erfodert es achtzig Sekunden Zeit. Wenn sich die Arbeiter sehr anstrengen, so können sie den Rammklotz bis 10 Schuh hoch schnellen, welches mir die Erfahrung bewiesen hat, welche Anstrengung jedoch auf lange Zeit nicht für sie auszuhalten ist. Aber in einer Hitze können die Arbeiter 150 und mehr Schläge machen, und den Rammklotz 5 bis 6 Schuh hoch schnellen, ja bey der Fundirung der massiven Pfeiler an der über den Inn bey Mühldorf von meinem ältesten Sohn (1812) erbaueten Bogenbrücke, sind dreyhundert Rammschläge hintereinander gemacht worden! Beobachtet man indessen die Arbeiter, so ist bereits eine Hitze von 100 Schlägen sehr fatigirend. Man sollte dieselbe daher nicht eher gebrauchen, als bis zur Zeit, wenn der Pfahl nur wenig einrückt, um ihn noch desto tiefer einzuschlagen, und jede Hitze aus dreysig in einer Minute zu machenden Schlägen bestehen lassen. *Perronet* (pag. 97.) rechnet 25 Pfund Gewicht zur Zughöhe von 4½ Schuh, und für jede eine Minute dauernde Hitze, 30 Schläge. Bey dem Einschlagen der Pfähle an der Brücke von *Neuilly* hat er jedoch auf jeden Arbeiter 29 bis 30 Pfund Bärschwere gehabt, wie die Tabellen S. 40. seines Werkes beweisen. *Belidor* §. 200. rechnet sogar 50 Pfund Bärschwere, wenn die Rammscheibe 4 bis 5 Fufs im Durchmesser hat, und dafs in einer Minute 30 Schläge gemacht werden könnten, wenn eine Minute geruht wird, von der Fallhöhe erwähnt er nichts. Diese Annahme ist offenbar in der Praxis nicht in Vollzug zu bringen. *Manger* in seinen Beyträgen rechnet 33 Pfund, macht jedoch die Bemerkung, dafs während des Baues noch mehrere Arbeiter bey der Ramme angenommen wurden. Uebrigens rechnet er blos die

*) Bis zum *Stehen* einen Pfahl einrammen, darunter versteht man, dafs der Pfahl bey 30 hinter einander folgenden Schlägen, wenig, oder nur so weit einrückt, dafs der Ingenieur ihn als tief genug eingerammt erklärt, um die darauf ruhende Last zu tragen. Die Franzosen nennen dies battre un pilot jusqu'au *rèfus*. Ich werde in der nächsten Abtheilnng über das *Feststehen* der Grund- und Stützpfähle einige für die Praxis wichtige Regeln zu bestimmen suchen.

ziehenden Arbeiter, folglich ist es evident, dafs derselbe mit so wenig Mannschaft, als er anfänglich zu gebrauchen glaubte, nicht auslangen konnte. *Cessart* hat in seinem Werke (déscription des travaux hydrauliques) 24 Pfund auf den Mann gerechnet. Nun verhält sich aber das baierische Pfund, welehes in den weiter unten vorkommenden Beobachtungen angenommen ist, zu dem französischen, wie 1,1000 zu 0,9615, folglich machen 24 Pfund Pariser beynahe 20 Pfund Münchener, welche Erfahrung also mit der meinigen übereinstimmt. In Holland rechnet man gegenwärtig 20 bis 25 Pfund Bärschwere auf den Mann. So hat man nämlich bey der im Jahre 1800, *Gouda* (Tab. 40.) gegenüber, im Krimpener-waard erbauten Kammerschleuse, bey der im Jahre 1800 unweit *Spaarndamm* beym *Pennigsver* erbauten Durchlafs-Schleuse, und bey der im Seehafen *Nieuvendiep* angelegten Schleuse, gerechnet, und in Praxis verfahren. Es ist schon erinnert worden, dafs ich unter dieser Anzahl Arbeiter zu 20 bis 22 Pfund den Flohrmeister, kurz alle an der Ramme angestellten Arbeiter mit begreife. Aber das habe ich noch nicht angeführt, dafs ich bey dieser Annahme auf schwere Rammbären, d. i., auf solche, die über 800 Pfund schwer sind, rechne, wobey also der Zug, wie oben bemerkt ist, nicht vortheilhaft, sondern schief ist. Bey leichtern Rammklötzen kann also von 800 Pfund bis auf 250 Pfund abwärts auf den Mann 23 bis 25 Pfund gerechnet werden, und bey dem oben §. 66. beschriebenen vortheilhaften Rammklotze erfordern erst 30 Pfund Bärschwere einen Arbeiter; es sey denn, dafs man den Rammklotz stets höher als 6 Fufs wollte schnellen lassen, um seine Wirkung zu verstärken.

Bey den grofsen Bauten, die ich ausführen liefs, ist gewöhnlich zu 22 Pfund Bärschwere ein Arbeiter gebraucht worden.

§. 72. Die Aufrichtung einer grofsen Ramm-Maschine wird zum leichtesten auf folgende Art bewerkstelliget. Zuerst lege man das Schwellgerüst auf den Boden horizontal, dann aber triezt man die Läufer und Ruthen mittelst *eines* Richtbaumes (Fig. 31. oder F. 43. T. 84.) (und T. III. 3ter Bd.) vermittelst zweyer *g* T. 84. F. 2. oder dreyer Richtbäume und Winden auf. Zuweilen kann man sich dazu auch des an einer andern in der Nähe stehenden Ramme befindlichen Trietzkopfes oder Trietzwerkes bedienen. Gewöhnlich wird aber die Aufrichtung mittelst *Richthacken* (oder Feuerhacken), womit die kleinen Rammen aufgerichtet werden, mit dem Takelfell- oder Flaschenzuge und den Winden bewerkstelliget, wo man sodann, wenn zuvor ihre Läufer allmählig aufgerichtet sind, erst ihre Ruthen in die Schwellen einsetzt. Sollen nun die Pfähle schräge in den Grund geschlagen werden, so legt man unter der vordern Schwelle der Ramme einige Unterlager, und befestigt nachher den Fufs der Ramme mittelst Seile, entweder an die Rüstung, oder an in den Boden geschlagenen Pfählen, dieses ist die einfachste und beste Art; wiewohl auch die Einrichtung mit dem Läufer getroffen werden kann, dafs er oben unter der Rammscheibe auf einem eisernen Nagel beweglich ist. Zuweilen wird ein eigenes

schwellgerüste gemacht, worauf die schrägen Läufer ruhen, und das beweglich ist. Bey keinem Bau hat man, glaube ich, die Pfähle so schräge, als bey Einrichtung des grofsen Dammes vor Karlskrona, den der berühmte *Thunberg* baute, eingeschlagen. Ich will daher aus dem Werke: Essais de bâtir sous l'eau etc. 1774 in Tab. 83. Fig. XIII. ein solches schwimmendes Rammgerüste mit der Vorstellung, wie der Rammklotz auf dasselbe herunter und auf den Pfahl gleitet, aufnehmen. Anfänglich wurden in der Directionslinie des Fangedammes, auf 10 Schuh Abstand, Pfähle *f* vertical eingerammt; dann rammte man, von denselben zwey Schuhe entfernt, die schrägen Pfähle ein, und nachher die Pfähle *c*. Diefs geschah nun mittelst eines auf dem Gerüste *A d* stehenden Tackelfalls, welcher entweder an die Pfähle *x* oder an das horizontal gelegte Gurtholz *a* befestigt war, oder mit Hülfe einiger Zwinghölzer *d d*, zwischen welchen bey *e e* der Pfahl in der verlangten Lage hinab gleiten mufste. Der Tackelfall oder die Flaschenzüge wurden nun dazu gebraucht, um den Lenkhölzern *d d* und der Zwinge *e e* diejenige Lage zu geben, welche sie erhalten mufsten, um den Pfahl *c c* in der verlangten Schräge einzurammen.

§. 73. Ueber die Verbesserung der Kunstrammen (Fig. 6. Tab. 85.) sind manche sonderbare Vorschläge gemacht worden. Sie haben mehrerley Vorrichtungen, als z. B. *Tretträder*, *Seilräder*, *Haspeln*, *gezahnte Räder* u. dergl. erhalten. Das beschwerlichste bey solchen Maschinen ist a) die sichere Abgleitung der Zange oder Scheere Fig. 49. Tab. 85. vom Rammklotz, welche diesen fassen mufs, während er aufgezogen wird, und b) die Abwicklung des Rammthaues von der Zugwelle 1 Fig. 51. Gewöhnlich ist der Rammklotz der Kunstrammen mit der Scheere Fig. 53. oder dem Klinkhacken Fig. 5. 1200 bis 4000 Pfund schwer, und die Fallhöhe kann 6 bis 21 Schuh und darüber betragen. So war bey dem Dockenbau zu Brest der Rammklotz 1200 Pfund schwer, und die Fallhöhe betrug zuweilen 32 Schuh. Description des trois formes de Brest par Choquet p. 9.

§. 74. In Frankreich bedienen sich die Ingenieurs, wie gesagt, vorzugsweise der Kunstrammen, und schon im Jahre 1714 hat sich *Vauban* der auf Tab. 85. in Fig. 43. 44 und 45. dargestellten Ramme, bey dem Bau der Mardyker Schleuse, (unweit Dünkirchen) bedient. Das Rammthau 10. Fig. 44. hängt an einem Hacken Fig. 45., welcher mit einem zweyten Hacken 8. in Verbindung steht. Ist dasselbe, und folglich auch der Rammklotz, mittelst der stehenden Welle oder dem Drehhaspel *A* von vier Mann aufgezogen, so wird das Seil 8, *g*, Fig. 45. angespannt, und folglich der Hacken 8. von dem Rammklotz getrennt, indem er aus der an dem Rammklotze befindlichen Oehse springt. Der Rammklotz fällt nun auf den Pfahl, und die an dem Haspel stehenden Arbeiter lassen das Rammthau so weit nach, damit der Hacken 8. die Oehse des Rammklotzes ergreifen kann. Man sieht jedoch sogleich, dafs diese Vorrichtung wegen der Rückdrehung des Haspels sehr unbequem ist. Es hat daher auch ein gewisser Vauloué bey dem Bau der Westmünster Brücke

zu London eine andere Vorrichtung, deren Rammklotz 1200 Pfund schwer war, gemacht, welche in Fig. 46 bis 54. Tab. 85. dargestellt ist. Dabey wurden 8 Mann gebraucht: der Drehhaspel 1. Fig. 51. besteht nämlich aus zweyen Theilen Fig. 47., das ist aus einem Trilling 2., worauf sich das Rammthau aufwickelt, und welcher am untern Umfange 6, 7, bey *e* und *f* mit eisernen Lappen versehen ist. An diesen stöfst ein eiserner mit einer Feder ausgehender Schwengel *a*, wo sodann der Trilling mit dem untern Theil der Welle nur ein Ganzes ausmacht. So wie nun die Scheere (Fig. 49.), an welcher das Rammthau befestigt wird, Fig. 53. in die runde an der untern Scheibe angebrachte Oefnung (Fig. 46.) kömmt, geben sich ihre Hacken auseinander, und der Rammklotz fällt herab. Jetzt wird dem vorgenannten Schwengel die Richtung *b* gegeben, und dessen oberes Blatt wendet sich nach 3., verläfst folglich den Trilling. Dieser aber dreht sich, indem die schwere Scheere das Rammthau von ihm abwickelt, und die am Rammklotz befindliche Oehse ergreift. Jetzt wird der Schwengel lofs gelassen, und erhält vermittelst seiner Feder solche Richtung, dafs einer dessen Lappen an eines der Blätter des Trillings anstöfst, wo sodann die Arbeiter den Trilling wieder herumdrehen, und daher den Rammklotz von neuem aufziehen.

§. 75. Tab. 85. Fig. 29. 30. 31 und 32. ist eine Nachahmung dieser Ramm-Maschine. Sie ist von dem verstorbenen Wasserbau-Director Brequin zu Wien angegeben, und man hat sie bey dem Bau der Franzens-Brücke, im Jahre 1803, gebraucht. Da bey den gröfsten Ramm-Maschinen dieser Art der 1500 Pfund schwere Rammklotz 32 Schuh herunter fällt, so ist eine solche Kunstramme zur Einschlagung sechzig Schuh langer Pfähle zu kurz, und bey einem so hohen Fall würde auch der Pfahlkopf gänzlich zerschmettert werden.

Das Schwellwerk des Rammgerüstes ist in Fig. 29. gezeichnet, über welches ein Dielenboden *m* Fig. 30. zu liegen kömmt. Der *Rammklotz* besteht aus Eisen, und die *Scheere* oder *Zange*, welche ihn fafst, gleichfalls. Diese wiegt mit ihrer hölzernen Armatur 1 ½ bis zwey Zentner. Statt der gebrechlichen Holzfütterung der Scheere ist es weit besser, auch diesen Beschlag von Eisen zu machen. Das Seil, welches den Rammklotz in die Höhe zieht, geht über zwey, drey Schuh im Durchmesser grofse Scheiben 1. und 4. (Fig. 30.) Es wickelt sich um eine Walze *k*, die fünf Schuh im Durchmesser hat, und die auf der Welle *i* mit einer eisernen Scheibe steht. Unten hat dieselbe 26 eiserne Zähne, zwischen welchen der kürzere Arm *a* des Hebels *a b* eingreift. Die Drehwelle hat achtzehn Dreharme. Wenn nun der Rammklotz in die Höhe gezogen werden soll, so wird der Hebel oder Anhalter *a b*, zwischen die Zähne, welche unterhalb der Walze *k d*, jedoch bis zu ihrer Oberfläche im Innern der Trommel, fortgehen, wo sie mit Schraubenmuttern befestigt sind, (welches in der Zeichnung nicht ausgedrückt ist), in *b* so viel es nöthig wird, niedergedrückt. Jetzt drehen die Arbeiter die Welle herum, ziehen den Rammklotz in die Höhe, bis dessen Scheere oder Zange sich in

eine oeffnung, die in Fig. 31. zwischen dem Rade 4. und dieser Scheere angedeutet ist, klemmt. Diese oeffnung hat an den seiten zwey Rollen, gegen welche die zange gezwängt wird, die sich daher öffnet, und den Rammklotz fallen läſst. Damit auch diese zange dem Rammklotze nachfallen könne, so wird der Anhalter *a b*, bey *b*, so weit in die Höhe gehoben, daſs das gebogene Ende *a* aus den zähnen der walze *k* heraus tritt, mithin diese walze sich, vermöge der schwere von der zange, herum bewegen kann. Das seil würde sehr schnell von der walze ablaufen, und sich auf die speichen des Drehhaspels verwickeln, wenn man nicht eine Vorrichtung, um dies zu verhindern, erdacht hätte. Diese besteht in einem stehenden Gestelle *g*, welches den eine Bremse bildenden Hebel *e a* trägt, der bey *d* an die walze angepreſst werden kann, wenn man dessen Ende *e* herunter drückt, wo sodann das Ende *a* hinauf geht, und sich an die walze *k* bey *d* andrängt. Zum Aufziehen der Rammpfähle dient der Drehhaspel *p*, welcher auf einem mit einem Geländer *l* umgebenen Plankenboden (Fig. 32.) steht. Das Pfahlthau, welches sich um die verticale welle *p* des Drehhaspels wickelt, läuft unterhalb einer Scheibe 3. fort, und über eine andere oberhalb dem Rade 4., hängenden Scheibe: siehe Fig. 31. Diese Ramme hat wegen ihrer Schwere und Gröſse den Nachtheil, daſs ihre Versetzung viel zeit und Geld erfodert, einen groſsen Raum einnimmt, bey der Errichtung kostbar ist, wegen ihrer geringen Höhe ein hohes Gerüst erfordert, und daſs sie den Pfahlkopf in wenig schlägen aufbürstet.

An der Donau bey Wien, wo der Grund aus Schlick, Thon und Sand besteht, war der Effekt dieser Maschine, aus mehrern Beobachtungen gezogen, folgender: In drey Stunden geschahen 80 Schläge, wodurch ein 10 zoll dicker Pfahl, zwölf Fuſs tief in den Grund gerammt wurde. In zwey Minuten 13 Secunden wurde der 1522 Pfund schwere Bär (dessen zange 207 Pfund wog, mithin die Schwere 1729 Pfund betrug) 16 Fuſs hoch aufgezogen, und er fiel diesen Raum in 1 ¼ Secunde herunter. Sechszehn Mann waren an dem 20 Fuſs im Durchmesser groſsen Drehhaspel *i* (Fig. 30.) gestellt, die 63 Fuſs in 135 Secunden zurück legten.

§. 76. Auch *Perronet* bediente sich der *Kunstrammen mit Klinkhacken* Fig. 5 und 6. Tab. 85. Er gebrauchte nämlich vier dergleichen 33 Fuſs hohe Rammen, bey dem Brückenbau zu *Neuilly*, deren Rammbären 900 bis 1880 Pfund wogen. Das über ein 9 Fuſs im Durchmesser groſse Rad 5., in einer 2 — 3 zoll breiten Radrinne liegende 6 bis 12 Linien dicke seil wurde von zwey Pferden abwechselnd gezogen. Auſser den Pferden waren noch sechs Mann nöthig, nämlich ein Ramm-Meister, welcher den Pfahl dirigirte, zwey Mann bey den Pferden, wovon der eine das seil aus dem zugschwengel ablöste, wenn der Schlag geschehen war, zwey Mann wickelten das seil wieder auf, und der sechste brachte den Klinkhacken an den Rammklotz. Auf der sechszehn zoll dicken welle wickelte sich das an dem Klinkhacken gebundene 2 bis 3 zoll dicke Rammthau auf. Ich muſs hiebey bemerken, daſs man

auf ein Pferd beym horizontalen Zuge 170 bis 180 Pfund, also 175 Pfund im Mittel, und auf den Mann 20 bis 25 Pfund rechnen kann, wenn nämlich die Geschwindigkeit drey Schuh beträgt. Hatte der Rammklotz die bestimmte Höhe erreicht, so wurde dessen Klink-Hacken, mittelst eines kleinen an dem obern Theil des Klinkhackens befindlichen Seils, aus der Oehse des Rammklotzes herausgezogen, und dieser fiel auf den Pfahl. Während dem die Pferde umkehrten, und das Zugseil auf die Scheibe 5. zurückgewickelt wurde, wickelte sich das Rammthau von der Welle, und der Klinkhacken ergriff die Oehse des Rammklotzes von Neuem. Auf diese Weise ward das Manövre stets eines und dasselbe. Es ist leicht begreiflich, dafs es langsam von statten gieng, daher wurden mit jeder der vier Zugrammen, deren Rammklötze 1350 bis 1740 Pfund wogen, täglich $4\frac{1}{3}$ Grundpfähle eingerammt, wenn mit dieser Kunstramme nur $3\frac{1}{6}$ Pfahl, in der nämlichen Zeit, eingeschlagen wurden. Mit der Zugramme kostete jedoch jeder Pfahl einzurammen 13 Livres und 15 Sous, mit der Kunstramme hingegen nur 5 Livres 1 Sous. Die Pfähle wurden 12 bis 17 Schuh in den Grund gerammt, und hatten eine Länge von 18 bis 21 Schuh, in ihrer Mitte eine Dicke von 9 bis 13 Zoll. Bey der Brücke von Saumur wurden auch Kunstrammen gebraucht, die eine Höhe von 22 Schuh hatten; sie wurden auf plattbodichte Prahmen gestellt; die Rammscheibe hatte 4′ 6″ im Durchmesser, und das Sprossenrad 10 Schuh, welches an der Welle angebracht war, worauf sich das Rammseil aufwickelte. Der Rammklotz wog 1200 bis 1700 Pfund, und es wurden, durch 12 Mann, täglich 126 Schläge gemacht, so dafs etwa auf die Stunde 12 Schläge kamen, also alle 5 Minuten ein Schlag, in welcher Zeit 150 Schläge mit der Zugramme geschehen.

§. 77. Eine andere Art Kunstrammen (Tab. 83 Fig. 5 und 7) wo sich der Klinkhacken *ff* auf die bekannte Art aushackt, indem er an die Walze *g* stöfst, ist von dem Mechanikus *Dietrich* in Wien dadurch sehr bequem eingerichtet, dafs sich die Welle *i k*, worauf sich das Rammthau aufwickelt, um die Oehse *g* des gezahnten Rades *o p*, welches 18 Kämme hat, frey dreht, wenn sie mittelst des Lenkers *l k* von den Speichen 1, 2, 3, 4, des Rades *o p*, abgeschoben wird, und welches geschehen mufs, sobald der Klinkhacken *c d f* aus dem Oehr *b* des Rammklotzes *a* sich ausgehackt hat, wo dieser also herunter fällt. Hat nun die Welle *i k* die Lage in Fig. 5. erhalten, so zieht der etwa 50 bis 100 Pfund schwere Klinkhacken *c d f* das Rammthau herunter und greift in das Oehr oder in die Oehse *b* des Rammklotzes. Dann wird die Welle *i k* fest auf die Speichen des Rades *p* geschoben, und dieselbe dreht sich mit diesem Rade herum, zieht folglich den Klinkhacken, also auch den Rammklotz in die Höhe, und so wechselt das Manöver fort.

§. 78. Mehrere Kunstrammen, die aber in der Praxis nicht anzuempfehlen sind, findet man in *Schublers* Zimmermannskunst, und in den Schriften eines *Leupold*, *Sturm*, *Bessoni*, *Lorini* und einer Abhandlung des ehemaligen Pommerschen Baudirectors *Haase*. Man hat auch dergleichen Rammen durch das Wasser in Bewegung ge-

setzt, wie bey dem Brückenbau zu *Maixence*, vom Ingenieur *Dausse*, geschehen ist. An der fortgesetzten Welle des Schaufel- oder Wasserrades wird ein Trilling angebracht, der ein Stirnrad in Bewegung setzt. Indessen ist diese Vorrichtung nicht nur kostbar, sondern wegen der öftern Verrückung der Maschine nicht empfehlenswerth.

§. 79. Welche Einrichtung man jedoch den Kunstrammen geben mag, so stehn sie gleichwohl — in Rücksicht des bey Wasserbauten wichtigen Zeitverlustes, ferner des Umstandes wegen, daſs die Schläge nur langsam, etwa alle zwey bis fünf Minuten auf einander folgen, wogegen bey den Zugrammen in einer Minute dreyſsig Schläge geschehen; besonders aber ihrer mühsamen, viele Arbeiter erfordernden Versetzung wegen, welche man nicht allemal gleich wieder verwenden kann, oder die viel Zeit verschleudern, bevor sie an eine andere Arbeit gehen, — den gut eingerichteten Zugrammen nach. Ferner sind sie, der groſsen Gerüste wegen, die sie nothwendig machen; so wie auch des Umstandes willen, daſs der von einer ansehnlichen Höhe fallende Rammklotz den Pfahlkopf aufbürstet, folglich an seiner Wirkung verlohren geht; und in Anbetracht aller der bereits vorne erwähnten Rücksichten *nicht so zweckmäſsig*, als die Zugrammen, besonders wenn diese groſse Rammscheiben und solche Rammklötze erhalten, als ich §. 66. beschrieben habe. Endlich erfordern die Kunstrammen einen groſsen Raum, welcher öfters bey Baustellen nicht gefunden werden kann. Es geht auch bey ihnen der vorne angeführte und bey den Zugrammen eintretende Vortheil, welcher aus den schnell auf einander folgenden Schlägen entsteht, verlohren, und die den Pfahl umgebende Erde drängt sich, in der Zwischenzeit eines Schlages, wieder an den Pfahl zurück, wodurch ihr Widerstand vergröſsert wird.

§. 80. Zuweilen werden die Ramm-Maschinen auch auf Prahmen, d. i. über das Wasser gestellt, wie dies bey dem Bau der Hafendämme zu Bayonne, an der Mündung des Adour-Flusses, bey dem Bau der Brücke zu Saumur, und bey mehreren Bauten geschah. Wie ein solcher Prahmen construirt, dessen Hintertheil mit Steinen beschwert und die Ramme darauf gestellt ist, zeigen die Figuren 33 bis 37 Tab. 85. Das Einrammen der Pfähle über Wasser kann also mittelst eines Prahmen Fig. 36 und 37 Tab. 85, oder zweyer Prahmen Tab. 82 Fig. 2 und 3, geschehen, wovon der eine mit Steinen beschwert ist. Es wird dann die Pfahlreihe zwischen den zwo Prahmen geschlagen.

In groſsen und schnellen Flüssen ist der Gebrauch eines solchen Prahmens gar nicht anwendbar, besonders zu den sehr hoch zu stellenden Gerüsten, die man nothwendig hat, um die Jochpfähle der Brücken einzurammen. Ich habe bey den Bogenbrücken vielleicht die schwersten und stärksten Pfähle, welche man je bey Bauwerken gebraucht hat, in der Donau, dem Lech, Inn und der Isar einrammen lassen, wie bis jetzt meine Beyträge zum Brückenbau beweisen, und der dritte Band dieses Werkes beweisen wird. Wie dies Manöver bewerkstelligt wurde, und wie die Gerüstpfähle von groſsen Fluſsschiffen, die ich wegen dem Gerüste, das sie tragen, *Bock-*

schiffe nenne, eingerammt wurden, dies sieht der Ingenieur aus jener schrift, und er wird es im dritten Bande beym Brückenbau dieses Werkes noch näher beschrieben finden. Hier kann ich es, der Kupfer wegen, die nicht zu diesem Bande gehören, s. Tab. 122, noch *nicht* erklären.

§. 81. Bey dem Gebrauch der Ramm-Maschinen und dem Einrammen der Pfähle, ist unter andern noch folgendes zu beobachten: 1) Mufs da, wo der Pfahl eingerammt werden soll, wenn es das Local gestattet, ein Loch so tief als möglich eingegraben oder ausgebaggert werden. Da dasselbe bey Flüssen wieder zuschwemmt, so ist diese Maafsregel daselbst nicht anwendbar, wohl aber die Vorbohrung mit einem grofsen Erdbohrer, wenn nämlich der Boden aus Kreide- oder sehr festen Thonlagen *) und weichem Gestein besteht, worin das Loch nicht zusinkt, und der Pfahl nicht eindringen will. 2) Ist der Pfahl zu lang, um ihn unter den Rammklotz zu stellen, so mufs er mit dem Pfahlthau bis 10 Schuh hoch gehoben werden, damit er in die für ihm bestimmte Stelle, mittelst seiner Schwere und dem Anklopfen eines 10 Pf. schweren Hammers, etwas einsinke, oder er mufs mit um denselben zu schlingenden Ketten, in die man Hebel steckt, hin und her gedreht werden, wodurch er einsinkt. Dies Manöver kann noch dadurch verstärkt werden, wenn man an dem Rammpfahl eine Last befestigt; durch diese Mittel habe ich viele Pfähle 4 bis 6 Fufs in den Grund gebracht. Man kann den Pfahl auch mit Flaschenzügen oder Winden ordentlich in die Erde einwinden. Oefters wird man aber genöthigt, die Rammen hoch zu stellen, um alle diese langsam von statten gehenden Hülfsmittel zu entbehren. Bey grofsen Bau-Unternehmungen werden daher zwey Ramm-Rüstungen, die obere für die kleinen Ramm-Maschinen, und die untere für die grofsen gemacht; man schlägt dann mit jenen die Pfähle bis auf eine gewisse Tiefe, und mit diesen rammt man die Pfähle bis zum Stehen ein. Diese den Bau befördernde Methode habe ich beym Bau des *Landshuter-Wehres* (Tab. 101) in Anwendung gebracht. Zweckwidrig ist es: wenn ein kurzer Pfahl vorher in den Grund, als ein Vorpfahl, geschlagen wird, der dem ersten das Loch machen soll und den man wieder herauszieht; denn der Boden senkt sich wieder zusammen, und so geht das Loch zu. Kommen die Pfähle weit auseinander, so liefse sich im Quellsande wohl eine Röhre eintreiben, und solche mit einem eisernen Löffel, der an einer Stange befestigt ist, ausfördern, wie die Brunnen in Holland ausgebaggert werden, und dann den Pfahl in die Röhre von Brettern einrammen. Doch dies ist ein Manöver, welches nur da statt haben könnte, wo der Quellsand das Eindringen eines Pfahls verhindert, und wo, wie gesagt, die Pfähle auf einen bedeutenden Abstand zu stehen kommen, welches sich aber mit der Natur eines solchen Bodens nicht gut vereinigen läfst. Es ist diese Methode irgendwo in Vorschlag gebracht worden, ich erinnere mich aber nicht mehr, wo. Noch andere

*) Sie sind öfters an Härte den weichen Steinlagern gleich; auf denen man nur einen blofsen Schwellrost legen könnte, wenn sie nicht zu tief unter Wasser wären.

stellen die Ramme anfänglich höher, und dann niedriger, welches zeitsplitternd ist. Das sicherste Mittel bleibt immer an einer solchen Baustelle, wo man sehr lange Pfähle einzurammen hat, mehrere Rammen, das ist, hohe und niedrige, anzuwenden; denn man kann solche mit 20 bis 60 schuhigen Läufern machen lassen. 3) Der Rammpfahl mufs denjenigen Stand erhalten, wornach man ihn einschlagen will, und so mufs auch der Läufer gestellt werden. Soll er daher vertical eingerammt werden, so mufs das Schwellgerüste wagrecht, der Läufer aber vertical stehen, und der Pfahl mittelst einer oder zweyer *Lehren*, die aus eingeschnittenen Schwellen bestehen, oder mit Hebeln, die man mit Seilen oder Ketten anspannt, vertical gehalten werden. S. §. 72. *). Giebt sich der Pfahl stark aus der verticalen Richtung, so dafs er den auf ihn zu legenden Schwellrost nicht zur Hälfte erreicht, wozu Steine, Holz u. dergl., worauf er stöfst, oder sein krumfaserichter Wuchs, beytragen kann, so mufs das Rammen gleich eingestellt werden, bis er dieselbe mittelst Zwingen, Hebel und Ketten wieder erhalten hat. Sollte jedoch der Pfahl bey einem oder mehrern Schlägen stark von der verticalen Richtung abgewichen seyn, so mufs er herausgezogen werden; denn wenn man ihn gleich über den Erdboden vertical zwängt, so ist er doch schon in den Grund schief eingedrungen. Die Folgen hievon sind dann, dafs der Pfahl sich krümmt und die darauf gelegte Rostschwelle gebogen wird, wenn der Grund locker ist. Es trägt daher ein solcher falsch eingerammter Pfahl nicht mehr gehörig die Last, welche auf ihn zu liegen kommen sollte. Kurz es mufs der Pfahl in derjenigen Stellung, in welcher der Ingenieur ihn haben will, eingerammt werden. 4) Lange Pfähle, als z. B. die grofsen Jochpfähle an den Bogenbrücken, habe ich daher zweymal, nämlich am Läufer der Ramme und über der Oberfläche des Wassers, in ihrer Richtung, hier mit zwo oder einer eingeschnittenen Schwelle oder Pfahllehre, oder auch wie oberhalb, vermittelst Hebel, in ihrem dem Bau angemessenen Stande, halten lassen. Doch ich werde im dritten Bande diese Methode durch Kupfer erläutern und auch das Manöver, wie man sehr schwere Jochpfähle von 50 bis 60 Schuh Länge, von dem hohen Flufsgerüste leicht herabläfst, und in den für sie bestimmten Stand bringt, erklären. 5) Da zuweilen die Pfähle tiefer als der Läufer oder das Schwellgerüste geht, geschlagen werden müssen, so mufs auf dem Pfahl ein kleines Holzstück aufgesetzt werden, auf welches der Rammklotz fällt, das man den *Pfahlknecht* nennt **). In demselben wird eine eiserne $2\frac{1}{2}$ Zoll dicke und 2 Schuh lange Stange

*) Selten werden jedoch die auf den Grund liegenden Hölzer das Eindringen eines mit einem 10 bis 15 Pfund schweren eisernen Pfahlschuhe versehenen Pfahles hindern oder verrücken, sondern wenn er das Holz recht trift, so geht er durch dasselbe durch, wovon ich mehrere Beispiele anführen könnte.

**) *Manger* hat auch in dieser Hinsicht folgende Versuche angestellt, die ich anführe, weil Beobachtungen der Art nicht zu viel gemacht und gesammelt werden können. Wenn der Schlag des Klotzes den Pfahl vor Aufsetzung des Knechtes einen Zoll eintrieb, so rückte dieser Pfahl nach Unterbringung des Knechtes von 6 Schuh Länge 1/48, von 3 Schuh Länge 1/56 und von einen Schuh Länge 1/62 Zoll; also störte ein längerer Knecht das Einrücken des Rammpfahls mehr als ein kürzerer. Eine Wirkung, welche

eingelassen, die 4 zoll vorsteht, und dann wird um denselben ein 2 zoll eiserner Ring gelegt. Die 4 zoll vorstehende stange wird in das den mit einem 2½ bis 3 zoll starken eisernen Ringe umgebenden Rammpfahl gebohrte Loch gesetzt, und oberhalb wird der Knecht mit seilen oder Ketten, die man um denselben und die Läufer schlingt, in der dem Pfahl gegebenen Richtung gehalten. Auch kann demselben, wenn die Läufer Nuthen haben, ein oder zwo Arme gegeben werden. Die eiserne stange dient dazu, dafs der Knecht nicht vom Pfahle abspringt; denn bey jedem schlage hüpft derselbe aufwärts. Da die wirkung des Rammklotzes auf den Pfahl mittelst dieses Knechtes verringert wird, indem der Pfahl nicht bis zu seiner spitze auf diese weise erschüttert oder in schwingung gebracht werden kann, als wenn der Rammklotz unmittelbar auf den Pfahl fällt: so mufs diese wirkung doch so grofs als möglich gemacht werden.

Der Knecht bestehe aus der Holzgattung, woraus der Rammbär gemacht ist; er sey so kurz als möglich und werde mit dem Pfahl im zusammenhange gebracht, welches dadurch geschieht, dafs man in den Rammpfahl sowohl als in den Knecht eine zwey schuh lange, drey zoll dicke eiserne stange *) steckt, und beyde mittelst Klammern zusammenhält, damit der Knecht nach erfolgtem schlage nicht in die Höhe prellen kann, als wodurch von der erschütternden Kraft des Rammklotzes gar viel verloren ginge.

Dieser Knecht wird gleichfalls vor den Läufern vertical gehalten. Nach meinen Beobachtungen ist es nämlich keineswegs die gröfsere schwere des Knechtes, welche die Wirkung des Rammbärs, in Hinsicht des Einrückens vom Rammpfahl, vermindert, sondern die Länge desselben, die die Fortpflanzung von der Schwingung der Holzfibern des Pfahles ganz besonders stört oder schwächt. Der Ingenieur wird daher den Gebrauch des Pfahlknechtes zu vermeiden suchen, wenn es nur immer thunlich ist; folglich die Rüstung lieber zu niedrig als zu hoch errichten. Dafs diese schwingungen und das Eindringen des Rammpfahles in den festen Grund auch dann noch verringert wird, wenn die Holzfibern des *Knechts* oder *Aufsatzes* horizontal gehen, oder wenn man nur ein Brett auf den Pfahl legt; dies habe ich durch viele versuche bestätigt gefunden, wovon ich nur folgenden anführen will.

Als ich den 7ten Pfahl des Joches der Landsberger-Brücke einrammen liefs, rückte derselbe mit der 36. Hitze (jede zu 30 Rammschlägen) noch 10‴ in den Grund. Jetzt liefs ich einen hölzernen Klotz dergestalt darauf legen, dafs seine Holzfibern horizontal lagen, und nun 30 schläge darauf, mit gleicher Fallhöhe von 68″

aus der gestörten Fortpflanzung der Schwingung zu erklären ist, indem diese durch einen kurzen Aufsatz (Knecht) weniger, als durch einen längern erschwert werden kann.

*) Dazu kann man sich gleichfalls des Holzes bedienen, weil dasselbe, wie gesagt, die Fortpflanzung von der Erschütterung der Fibern besser als Eisen bewirkt. Sie mag daher an den Knecht selbst angearbeitet seyn.

machen. Der Pfahl rückte jetzt nicht mehr als eine Linie ein. Ich liefs diesen Klotz wegnehmen, und abermals 30 schläge verrichten, wobey der Pfahl wieder $7'''$ einrückte. Jetzt liefs ich einen Klotz vertical auf den Pfahl stellen und zwey Hitzen, jede zu 30 schlägen, machen; der Pfahl rückte in jeder Hitze $4'''$; folglich drey Linien weniger als vorher. Der Klotz wurde weggenommen und der Pfahl rückte mit 29 schlägen $6\frac{1}{2}$ Linien. Also ist der Gebrauch des Aufsatzes nachtheilig! 6) Mufs man denselben anwenden, so sollte er sowohl als der Pfahl stets einen glatten Kopf haben, folglich mufs jede Aufbürstung der obern Fläche des Pfahles mit dem Beisel oder der stofsaxt weggenommen werden. Die durch den Aufsatz des Pfahlknechtes verminderte Wirkung beweifst daher dasjenige, was ich vorne, über die zum Einrücken des Pfahles beytragende schwingungen von dessen Holzfibern gesagt habe, und wir sehen auch hieraus, wie sehr das schnelle Aufeinanderfolgen der Rammschläge, zum bessern Eindringen des Pfahles beyträgt. In dieser Hinsicht mufs a) zu den Rammpfählen, wo möglich, stets trockenes Holz gewählt werden: denn dessen Fibern schwingen leichter und schneller, als die vom nassen Holze; auch dringt dasselbe deswegen leichter in den Grund ein, weil es weniger Adhäsion an das Erdreich ausübt, als nasses Holz. Ja, jeder Ingenieur wird beobachten, dafs die trockenen Pfähle leichter einrücken, als nasse. Werden demnach im strengen Winter Pfähle eingerammt, wenn das Holz gefroren ist, so müssen dieselben über Feuer erwärmt werden, weil sonst die Holzfibern nicht in schwingung kommen, und das doch so nöthig zum schnellen Einrücken des Pfahles ist. Diese Vorsicht ist jedoch nur beym wichtigen Pfahlgrunde oder bey Jochpfählen der Bogenbrücken nothwendig, wie ich denn dieses Mittel beym Einrammen einiger Pfähle des linkseitigen Joches der bey *Rosenheim* über den *Inn* aus drey Bogen, jeden zu 123 Fufs Oeffnung, im Jahre 1810 erbauten Brücke, mit gutem Erfolge angewendet habe. 7) Damit die Pfahlschläge schnell aufeinander folgen, müssen mit den Zugrammen, in der Minute wenigstens 30 schläge hintereinander gemacht werden. Alsdann steigt der Rammklotz auch stets $5\frac{1}{2}$ bis 6 schuh hoch. Ja man kann ihn 10 schuh hoch schnellen, und hierdurch seine Kraft aufserordentlich verstärken, zumal wenn man die Anzahl der schläge vermehrt, und etwa 100 bis 300 schläge hintereinander folgen läfst; ein Manöver, welches nach der letzten Hitze bey den grofsen Jochpfählen zuträglich ist. 8) Es mufs ferner der Pfahl gut zubereitet werden, und nicht aus solchem Holze bestehen, dessen Fibern sehr krumm oder windschief laufen, weil sich alsdann der Pfahl während dem Einrammen stark dreht, und aus der ihm gegebenen Lage auszuweichen strebt. Man mufs ihn nämlich die Rinde und alle Aeste benehmen, aber keineswegs behauen, weil runde Pfähle leichter in den Grund eindringen, als viereckige. Nur da, wo spundplanken an Pfahlreihen anstofsen, mag man die Pfähle viereckig oder nach einer seite gerade behauen. 9) Die spitze der Pfähle mufs immer noch zwey bis vier zoll dick, und nicht über den Durchmesser des Pfahles lang seyn, damit sie sich nicht umbiege Fig. 64 Tab. 85.

Man kann sie beym lockern Terrain anbrennen, bey hartem aber mit einem eisernen aus vier Federn bestehenden Schuh versehen, die an den Pfahl mit Nägel befestiget sind *), welcher Schuh aber an das Holz des Rammpfahles glatt anliegen mufs, damit die durch das Auffallen des Rammklotzes auf den Pfahl in dessen Fiebern bewirkte Erschütterung bis in die Spitze des Pfahles hinabgehe. Dieser eiserne *Schuh* erhält, je nach der Festigkeit des Bodens und der Gröfse des Pfahles, eine Schwere von 3 bis 60 Pfund. Im groben Kiesel oder festen Thon gebe man dem Pfahlschuh eine Schwere von 15 Pfund, und in feinem von 10 Pfund; im festen Töpferthon, den man kaum durchstofsen kann, und worin öfters vorgebohrt werden mufs, 20 Pfund und mehr; im Gestein mache man den Pfahlschuh schwerer. Auch diejenigen Pfähle, welche dem Eisstofse ausgesetzt sind, z. B. der vordere Schrägpfahl eines Brückenjoches oder einer künstlichen Stromscheidung, müssen einen sehr schweren Pfahlschuh erhalten, damit der Pfahl desto besser in den Grund eindringe und dem Anstofse des Eises widerstehe. In weichem Erdreiche kann man den Pfahlschuh entbehren, und die Pfahlspitze unten nur $\frac{3}{4}$ Zoll stark machen, aber länger als die Spitze eines Pfahles, der einen eisernen Pfahlschuh erhält.

Wenn im kiesigten Boden die Anlegung von diesen Schuhen, um Pfähle aus Nadelholz, unterlassen wird, so ist der Ingenieur unfähig! Darin bürstet sich nämlich die Spitze des Pfahles, und mufs dabey also allemal ein eiserner Pfahlschuh gebraucht werden, denn bey einer Aufbürstung der Pfahlspitze ist selbst die schwerste Ramme nicht vermögend den Pfahl tief genug in den Boden einzutreiben.

Das Eichenholz wird wegen der Härte seiner Masse weit seltener aufgebürstet als Nadelholz; des erstern Fasern gehen anfänglich etwas aufwärts, die des letztern werden im Kiesboden gequetscht und daher die ganze Spitze umgebogen, und dann springen starke Splittern aus dem andern Theile des Rammpfahles heraus. Es würde daher ein hundert Centner schwerer Rammklotz nicht mehr im Stande seyn, den, einen aufgebürsteten Untertheil habenden, Pfahl weiter in den Grund zu treiben. Wer einige Erfahrung und Kenntnifs hat, wird also daselbst eiserne Pfahlschuhe anwenden, wo es nöthig ist, und gleich beym Eindringen des ersten unbeschuhten Pfahles, wenn zuvor ein mit einem eisernen Schuh versehener Pfahl eingerammt wurde, so wie aus dem Aufspringen des Rammklotzes und aus dem Klange, den derselbe beym Auffallen auf den Pfahl hervorbringt, beurtheilen können, ob die Pfähle mit eisernen Schuhen versehen werden müssen, oder ob man sich mit dem Anbrennen der Spitze begnügen könne; welcher Fall beyn Eichenholz öfters eintreten wird. So hatten z. B. bey der von 1804 bis 1811 bey Bogenhausen vor München gestandenen Jochbrücke,

55 *

*) Die Nägel müssen in länglichten Nagellöchern des Schuhes stehen, und darin eingelassen werden, damit, wenn der eiserne Schuh des Rammpfahles aufwärts gestofsen wird, die Nägel sich in den länglichten Nagellöchern aufwärts pressen, folglich der eiserne Schuh sich fest an die Pfahlspitze schliefst.

die Pfähle nicht eiserne Schuhe erhalten. Ihre Pfahlspitzen waren daher, wie es sich, als die Pfähle nach Vollendung der Bogenbrücke ausgezogen wurden, zeigte, kaum 4 Fuſs in den Grund gedrungen, und hatten sich aufwärts gebürstet. Ich habe davon für mein *Portefeuille* (der Sonderbarkeit wegen) mehrere Zeichnungen machen lassen. Man sieht daher auch hieraus, wie nothwendig Versuche, so wie die Beobachtungen über das Einrücken eines Pfahles und praktische Einsichten beym Einrammen der Pfähle sind. Sollte aber der Fall eintreten: daſs der Ingenieur aus dem geringen Aufspringen des Rammklotzes vom Pfahle, aus dem dumpfen Klange und dem unverhältniſsmäſsig geringen Eindringen eines Pfahles gegen das der übrigen, auf die Umbiegung der Spitze und Zersplitterung des eisernen Pfahlschuhes schlieſsen könne, so muſs das Rammen eingestellt, und der Pfahl herausgezogen werden. 10) Der Kopf des Rammpfahles muſs genau wagrecht abgeschnitten und gebeisselt, endlich mit einem 2½ Zoll starken eisernen Ring umlegt werden, damit derselbe nicht aufspringe oder spalte. 11) Ist der Pfahlkopf aber vom Rammklotz polsterig gequetscht, (aufgebürstet) worden, und daher die Fibration des Pfahles gestört, folglich dessen Einrücken erschwert, welche Störung hierdurch (nach meinen Beobachtungen) so groſs werden kann, daſs sie die Hälfte der Wirkung des Rammbärs schwächt, so muſs der aufgebürstete Pfahlkopf (wie bereits erwähnt worden) abgeschnitten und mit dem Beisel oder der Stoſsaxt glatt gemacht werden. Ist aber der Pfahlkopf glatt abgebeisselt, so hört man aus dem, bey des Rammklotzes Aufprellen, entstehendem Klange, ob der Pfahl auf weiche oder feste Körper stöſst. 12) Hat man Pfähle in solchen Gegenden zu schlagen, wo der Pfahlwurm ist, so müssen sie bis zu derjenigen Tiefe, wo dieser Wurm schädlich werden kann, mit Bley umwunden werden. S. 1. B. S. 653. 13) Wenn das Terrain sehr elastisch ist, springen die Rammpfähle zuweilen aufwärts, welches besonders beym Quellsande statt findet. Um dieses Aufspringen zu verhindern, machen einige, an dem Pfahlschuh, in der Nähe der Spitze, einen, 2 bis 4 Zoll starken Widerhacken oder eine Einkerbung. Da ich weiſs, daſs dieses Mittel beym Einrammen nicht allemal günstig ausfällt, so schlage ich folgende Maaſsregel vor, wenn nämlich die Pfähle groſse Bauwerke tragen, und schwere Rammen gebraucht werden müssen. Man umgebe den obern Theil des Pfahls mit einer eisernen Haube, welche von dem Pfahlringe anhebt. An derselben müssen nämlich drey Hacken angebracht seyn, indem die an solcher Haube angegossenen Oehsen angehackt werden. Dabey ist aber die Vorsicht anzuwenden: daſs man die eine Seite des Pfahls nicht mehr als die andere beschwert, denn sonst wird der Pfahl aus seiner ihm zukommenden Richtung gezogen, und dann kann der Rammklotz nicht mehr darauf gehörig wirken, folglich wird diese Vorrichtung nachtheilig. Es gehört zu ihrer Anwendung eine besondere Sorgfalt, wie ich aus der Erfahrung weiſs. Diese Haube mag ¼ bis ⅓ so schwer als der Rammklotz seyn. Wird Pfahl an Pfahl geschlagen, so versteht es sich, daſs diese Haube, wenn die Pfähle sich mit dem obern Theil berühren, weggenom-

men werden muſs, welches aber nur geschieht, wenn der einzurammende Pfahl beynahe feste steht. Diese Beschwerung des obern Theils vom Pfahl, welche überdieſs die Erschütterung desselben vermehrt, wird nicht blos verhindern, daſs der Pfahl nicht aufwärts prellt, sondern das Einrücken wesentlich befördern. Insonderheit wird dies statt haben, in einem nachgebenden Boden, wo überhaupt die Wirkung des Rammklotzes gröſstentheils von dessen Schwere abhängt, und die Geschwindigkeit, womit die Schläge aufeinander folgen, nicht von so groſser Wirkung als bey einem festen Boden sind, sondern mehr durch den Druck bewirkt werden kann, als bey dem festen Boden, worin die den Pfahl umgebende und zusammengepreſste Masse mit ihrer Erschütterung einen Widerstand dem Pfahl entgegen setzt. Wenn die bereits eingerammten Pfähle aufspringen, sobald man in ihrer Nähe andere einrammt, welcher Fall zuweilen eintritt: so muſs man sie längs einer an einigen andern eingerammten Pfählen befestigten Gurtung (Pfahlzwinge), mittelst Bolzen antreiben, oder festnageln. Das Aufspringen des Pfahles in einem weichen Boden oder in Triebsand zu verhindern, macht *Stevin* (in seiner Abhandlung, „Nieuwe maniere van stercte. bov door Spilsluysen 1633 S. S. 23) folgendes Mittel bekannt, das man in *Pohlen* bereits angewendet hatte. Es wird nämlich einige Schuh unter dem Pfahlkopf, ein Pfahl in der Queere, mittelst Ketten, angehangen. Er fügt noch hinzu, daſs man bey Ostende die Grundpfähle mittelst Einreibung in den Quellsand eingebracht habe. Dieses Mittel, den Pfahl durch Hebel zu drehen, habe ich mich nicht nur beym Quellsande, sondern bey jedem Boden, dessen obere Lagen nicht zu hart waren, mit gutem Erfolge bedient, und während der Drehung des Pfahles an denselben mit einem 12 Pfund schweren Hammer anschlagen lassen. Dieses letztere Hülfsmittel kann man, beym Anfange des Einrammens, wie auch der Grund beschaffen seyn mag, stets anwenden, und man wird davon eine nützliche Wirkung verspüren, zumal wenn zwey Arbeiter zuzleich, in demselben Momente wenn der Rammklotz auf den Pfahl fällt, den Schlag mit dem Hammer ausüben; ja ich habe dasselbe sehr oft anwenden lassen. Ferner sagt *Stevin:* Es müsse der Pfahl von einer zur andern Seite mit Seilen gezogen werden, und dabey werde die Anbringung einer Last sehr vortheilhaft seyn. Ich bemerke aber, daſs man sich dieses letzten Manövers bey einiger Wassertiefe nicht bedienen könne, weil der hydrostatische Druck desselben den Pfahl aufwärts zu stoſsen strebt, daher man dasselbe auch zum Ausziehen eines im Wasser stehenden Pfahles anwendet, wo ihn dann, je lockerer der Grund wird, das Wasser zu heben strebt. 14) Damit das Erdreich den Pfahlreihen leichter ausweiche, so ramme man in einer und derselben Pfahlgründung die mittlere Pfähle zuerst ein. Diese Maaſsregel ist auch deſswegen gut, weil, wenn man die mittlern Pfähle zuletzt einrammt, die andern Pfahlreihen seitwärts gedrückt werden, daher aufwärts zu steigen streben, im Fall der Boden nicht ausweicht. 15) Das Eindringen eines Pfahles in den Grund, wird, wie ich bereits erwähnte, dadurch sehr befördert, wenn man in den ersten Hitzen, während

der Rammklotz darauf fällt, mit einem oder mit zweyen schweren eisernen Hammern daran schlagen läſst, und man sollte dieses Manöver stets ausüben! 16) Der *feste Pfahlstand* wird auſserordentlich dadurch vermehrt, wenn man, während der Pfahl eingerammt wird, um denselben Bauschutt, feine Kiesel, Sand oder dergleichen schüttet. Dieses Material wird vermittelst der Schwingung des Pfahles und des Bodens, längs dem Pfahle selbst herabgezogen. Ein bey weichem Boden, bey Faschinen-Gründungen wichtiges Hülfsmittel, welches nicht genug empfohlen werden kann, und das ich sehr oft habe anwenden lassen; so daſs bey Einrammung eines einzigen Pfahles durch einen Faschinenbau 50 bis 200 Cubikschuh Kiesel nach und nach um denselben geschüttet wurden.

§. 82. Sehr weicher Boden und schwere Gebäude erfordern lange Pfähle, und wenn diese nicht beym festen Grunde 10 Schuh im Boden eingedrungen sind, so kann man darauf solche nicht gründen; beym weichen müssen sie 2, 3 bis 5 mal tiefer eingetrieben werden! Es ist daher zur Ersparung langer Rammpfähle nothwendig, den Grund mit einem Faschinenbau zu bedecken, und während dem Einrammen des Pfahles rund an demselben feinen Kies und Sand schütten zu lassen, der sich dann an den Pfahl anlegt, und bey jedem Schlage abwärts in den Faschinenbau und in den lockern Grund selbst eindringt; so daſs also der Faschinenbau selbst einen festen Grund abgiebt. Man kann sie also auch bey dem natürlichen Grunde mit Nutzen anwenden; den Faschinenbau aber im Torf- Morast- und Triebsandgrunde als im Wasser, sowohl zur Ersparung sehr langer Pfähle als zur Anlage einer compacten Gründung eher aufführen, als die Grundpfähle eingerammt werden. Eine Methode, die ich bey mehreren Bogenbrücken, beym Landshuter-Wehr und bey dem Hafen von Lindau angewendet habe; die aber leider bis jetzt wenig bekannt ist.

Allemal kann der Gebrauch sehr langer Pfähle und selbst die Aufsetzung eines zweyten Pfahles auf den bereits eingerammten, nicht vermieden werden. Ja, es trifft sich: daſs selbst 40 bis 50 Schuh lange Grundpfähle nicht hinreichend lang sind, sondern daſs dennoch zwey Pfähle aufeinander gesetzt (gepfropft) werden müssen. Jedoch versteht es sich, daſs dies dem Boden so nahe als möglich geschehe, damit der obere, auf den eingerammten Pfahl gesetzte, mit wenigen Schlägen in den Grund komme, d. i., die mindest möglichste Anzahl von Schlägen erhalte, um mit Erde umgeben zu werden. Unter den neuesten Architecten hatte *Manger*, bey den groſsen Grundbauten in *Potsdam*, wo in einem weichen Terrain fundirt werden muſste, über die Pfropfung der Pfähle viele Erfahrung gemacht. Er verwirft die nach diametralen Ausschnitten (Fig. 58. Tab. 85.) wo *A* den *Pfropf* oder den *Aufsatz*, und *B* den untern Pfahl vorstellt. Ihm scheint die Ausschneidung nicht genau genug geschehen zu können, und der erste schiefe Rammschlag das gegen den Mittelpunkt zu geschwächte Holz zu zersplittern, folglich die Pfropfung untauglich zu machen. Nach

diesem Urtheile würde man also auch die von *Perronet* vorgeschlagene Pfropfung Fig. 63., welche jedoch von den vier eisernen Ringen, die in die Höhlungen *a* und *e* passen (auf jeder Abtheilung zwey kommen, d. i., auf den Pfropf zwey, und zwey auf den Rammpfahl), und von der Länge der Pfropfung selbst eine gröſsere Festigkeit, als die vorherige, so wie der von *Gautier* und von Leupold angegebenen, erhält, nicht wählen dürfen. Die andere Pfropfung Fig. 60., bey welcher die Ausschnitte *abcd* zur Hälfte 1½ Schuh hoch geschehen, und zwey Ringe *t* und *u* um den Pfropf gelegt werden, hat man in Potsdam nicht zweckmäſsig gefunden, zumal weil dadurch die Wirkung der Ramme sehr bedeutend geschwächt wurde; denn ein Pfahl, der, ehe die Pfropfung aufgesetzt war, in einer Hitze 7½ Zoll hineinrückte, rückte nachher, bey gleicher Fallhöhe, nur 4½ Zoll. Dieses ist ein abermaliger Beweis dessen, was über die Wirkung, welche aus der dem Pfahl von dem Rammklotze mitgetheilten Schwingung entsteht, oben vorgetragen wurde. Die Pfropfung mit einer piramidalförmig zugespitzten 12 bis 14 Zoll langen und 2½ Zoll in der Mitte dicken eisernen Stachel 1, 5, Fig. 62. Tab. 85., welche in der Mitte beyder Pfähle eingelassen wird, ist, meiner Erfahrung nach, die brauchbarste. Damit dieser Stachel sich völlig niederdrückt, und die Pfahlflächen aufeinander liegen, wird, nachdem der Stachel eingelassen ist, der Rammbär auf den Pfropfpfahl langsam hinunter gelassen. Auf diese Art setzen die Holländer ihre Pfähle aufeinander. *Manger* bemerkt zugleich, daſs sie dieſs auch besser bey ihren trockenen Pfählen thun können, bey denen so leicht keine Spaltungen und Quetschungen zu befürchten seyen. Trockene Pfähle sollte man aber immer, wie ich das bereits erwähnte, wählen!

Er habe sich derselben Methode auch bedient, aber bey manchen Pfählen noch überdies zweyer kurzer eiserner Klammern. Waren die Pfähle nasses Holz, so wurden dieselben zwar auch auf die letztere Art, Fig. 62., zusammen gesetzt, aber zwischen beyden Pfählen eine dünne eiserne Platte gelegt. Ich würde diese, wegen der gestörten Erschütterung oder Fibration des unteren Pfahles, weglassen, oder dieselbe nur von hartem Holze, anstatt von Eisen, wählen, weil dieses die Fortpflanzung der Erschütterung von den Holzfibern begünstigt. Statt der eisernen mit sechs Schuh langen Spitzen versehenen Klammern, bediente sich dieser Baumeister der eisernen, 36 Zoll langen, 3 Zoll breiten, und ⅝tel Zoll dicken Schienen, Fig. 59., woran jede mit zwey 6 Zoll langen Nägeln, auf die zwey Pfähle, befestigt wurde, und die besser als die Klammern waren, deren Spitzen zuweilen brachen. Bey einigen Pfropfungen lieſs er den Stachel weg, weil derselbe einige Pfähle gespalten hatte. Dünne Pfähle wurden auf den Schnitt überdieſs mit einem 2½ bis 3 Zoll hohen und ⅜ bis ⅝ Zoll starken eisernen Ring umgeben. Aus den oben angeführten Gründen, und weil diese Armirungen den Widerstand des Pfahls vermehren, würde ich anrathen, nur im äussersten Nothfall, d. i., wenn die Erfahrung gezeigt hätte, daſs die holländische Art

mit dem blofsen Stachel, nicht hinreichte, die Klammern, Ringe und Schienen anzuwenden. *)

§. 83. Wiewohl ich im Allgemeinen die physikalischen Einwirkungen auf das Einrücken eines Rammpfahls erörtert, und zugleich dabey angemerkt habe, dafs das Verhältnifs von der Geschwindigkeit des Rammklotzes zu dessen Fallhöhe und zum Einrücken des Pfahles schwerlich ausgemittelt werden dürfte, so will ich doch diese für die Theorie sowohl, als die Praxis wichtige Angelegenheiten noch näher betrachten. *Camus* in seinem Traité des forces mouvantes p. 164., und Soyer in seinen Experiences faites an 1774 à la fondation du Pont de la Brogerie près la Flêche, wollen mit ihren Versuchen und Erfahrungen folgendes Verhältnifs übereinstimmend gefunden haben. Die Wirkung des Rammklotzes, d. h., das Eindringen der Pfähle, sey dessen Fallhöhe oder dem Quadrat, der am Ende des Falls erlangten Geschwindigkeit, proportional. Nach diesem Gesetz würde also ein Rammklotz, der einen Schuh herab fällt, den Pfahl mit einem Schlage so tief eintreiben, als wenn zwey eben so schwere Rammklötze zwey Schuh aufgehoben wurden und fallen. Andere nehmen an: dafs sich die Wirkung der Rammklötze wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen verhalten, welcher Satz auf das Gesetz des freyen Falles der Körper im luftleeren Raume beruht.

Da die Natur des Erdreichs, worin die Pfähle eingerammt werden, z. B. dessen Dichtigkeit oder Lockerheit, so wie die Erschütterung desselben, und die Schwingung der Fibern des Rammpfahles, oder auch dessen Festigkeit, Elastizität, Nässe oder Trockne, so wie das schnelle oder langsame Aufeinanderfolgen der Schläge, und endlich das

*) Manger, in seinen Beyträgen, führt noch folgende praktische Bemerkungen über die Pfropfung der Pfähle an, die aufgenommen zu werden verdienen. Er sagte: mit dem Zusammensetzen der Pfähle hat es folgende Bewandtnifs: bey aller mühsamen Genauigkeit, welche man anwendet, um jedes der von einander entfernten Holzstücke gehörig abzuschneiden, ist es doch nicht allemal möglich, die Schnitte so zu treffen, dafs einer völlig auf den andern passe, sondern sie müssen, wenn sie hernach aufeinander stehen, noch ein bis zwey mal, auch wohl noch öfter so lange zwischen beyden Flächen, nach oder zusammen geschnitten werden, bis sie in allen Punkten einander genau berühren. — Wird nun z. B. ein Ring gebraucht, so mufs derselbe erst wieder weggenommen, beyde Stücke aufeinander gesetzt und zusammen geschnitten, sodann aber erst wieder von einander entfernt, und der Ring angebracht werden. Es verursacht dieses sowohl, als das vorhergehende Anpassen des Ringes, Zeitverlust, der aber, wie schon gesagt, bey den drey Klammern wegfällt. Bey dergleichen Zusammensetzung steht nicht allein der oftmals sehr lange und schwerere Pfropf, sondern auch auf selbigen der Bär, und prefst sich also beydes sehr auf den Pfahl. Wenn daher mit der grofsen oder Schrottsäge bis an die Hälfte eingeschnitten worden ist, so wird dieselbe zwischen beyden Kölzern geklemmt, und kann nicht mehr fortgezogen werden. Es werden daher hinter dieser Säge in dem Schnitte kleine eiserne Keile eingetrieben, welche ihn lüften oder in die Höhe treiben, damit ferner fortgeschnitten werden könne. Einige schlagen auch blofs die Schneide einer Axt dazwischen, es ist aber besser, dafs man allemal viere der gemeldeten Keile bey der Hand habe, damit man zwey zum Lüften wagrecht in den Schnitt, die beyden andern aber senkrecht zu beyden Seiten durch diesen Schnitt genau, in beyde Holzstücke, einschlagen könne, und sich auf diese Weise weiter nicht verrücke, wenn man einmal oder durch wiederholte Durchschnitte zuwege gebracht hat, dafs beyde zusammen gehörige Theile bestens aufeinander passen.

verhältnifs, in welchem die Masse und Schwere des Rammklotzes zur Schwere des Pfahles, und zur Festigkeit des Pfahlgrundes steht, wesentliche Verschiedenheiten bey den Wirkungen des Bärschlages und des Eindringens vom Pfahle, hervorbringen, so zweifle ich, dafs es den Mathematikern je gelingen werde, ein Gesetz ausfindig zu machen, nach welchem im voraus die Wirkungen der Rammschläge (in Beziehung auf die Fallhöhe und Schwere des Rammklotzes und die Natur des Bodens) bestimmt werden können. Nur allein eine Menge von unter sonst gleichen Umständen gemachten Erfahrungen, scheinen daher dem Ingenieur näherungsweise gewisse Regeln, beym Einrammen der Stützpfähle und Grundpfähle, so wie in Hinsicht ihrer Tragkraft, geben zu können.

Ich will demnach mehrere Beobachtungen aufnehmen, darauf einige Bemerkungen folgen lassen, die diese Behauptung begründen, welche jedoch nicht einmal näherungsweise ein Gesetz über das Eindringen der Pfähle geben. — Ja, sie zeigen die Erscheinung, dafs, je tiefer der Pfahl eingedrungen ist, desto weniger die Fallhöhe des Rammklotzes ihren Einflufs äufsert, welches natürlich aus der Elastizität und Dichtigkeit des Erdreichs, mithin aus der Prellkraft, womit die Schwingung der Holzfibern des Pfahls sich dem Auffallen des Rammklotzes entgegen setzt, entsteht.

§. 84. Soll ein Bauwerk auf Grundpfähle gesetzt werden, so entsteht die Frage, wie lang diese Pfähle, zum Beyspiel bey dem gegebenen Grunde, seyn müssen, wie schwer der Rammklotz anzunehmen sey, und bis zu welchem Momente das Einrammen aufzuhören hat. — In so fern die Beantwortung dieser Fragen zum Grundbau selbst, also zur nächsten Abtheilung gehören, will ich hier nur dasjenige anführen, was die zu wählende Schwere des Rammklotzes betrifft. Wir haben nämlich gesehen, dafs die Fibern eines Rammpfahles in Schwingung gesetzt werden müssen, wenn die Wirkung der Rammschläge, den Absichten des Ingenieurs entsprechen soll. Er darf daher nicht zu grofse Pfähle und zu kleine Rammklötze wählen. Nach meiner Erfahrung sollte man zur Einrammung der Pfähle von 20 Schuh Länge einen Rammklotz von 600 Pfund Schwere, gebrauchen, und von je 10 Fufs gröfserer Länge, die Schwere des Rammklotzes um 200 Pfund vermehren; so dafs ein 60 Schuh langer Rammpfahl einen 1400 Pfund schweren Rammklotz erfordert, wenn nämlich die geringste Fallhöhe dieses Klotzes fünf Schuh beträgt. Diese Vorschrift bezieht sich, wie wir sehen, vorzüglich auf die Kraft, womit die Fasern des Rammpfahles in Schwingung gebracht, und die Grundmasse, in welche der Pfahl eingetrieben wird, zur Ausweichung, d. i., zu einer Zusammenpressung seiner dem Pfahle zunächst liegenden Schichten gebracht werden könne. Ist nämlich die Festigkeit des Grundes so bedeutend, dafs die Wirkung von dem Rammklotze auf den Pfahl nicht vermögend ist, den Grund zum Ausweichen zu bringen, so prellt der Rammklotz in die Höhe, und der Pfahl steht, ohne in den Grund zu rücken. Hat man keine schweren Gebäude auf den Pfahlgrund zu setzen, und ist derselbe gegen das Unterspühlen mit

steinwurf oder Faschinenbau gesichert, so könnte man sich mit dem durch die angenommenen Rammklötze hervorgebrachten Pfahlstand begnügen, insbesondere wenn man überzeugt ist, daſs der feste Grund dicker als 4 bis 5 Schuh ist, bis wieder eine andere Lage kömmt. Die angenommene Schweren der Rammklötze, im Verhältniſs der Länge zu den Pfählen, ist bey allen solchen Flüssen, deren Bett aus Sand und Kiesel, von mittelmäſsiger Gröſse, und Erde besteht, hinreichend. Wo aber der Rammgrund aus einem sehr festen bläulichten Töpferthon, welcher getrocknet steinhart wird, oder aus sehr festem Kiesgrunde und mürben Steinen, denen man die Tragung des Gebäudes nicht zutrauen darf, besteht, da muſs die Schwere des Rammklotzes vermehrt werden, und ich würde dieselbe unter diesen Umständen, in Beziehung auf die gegebene Regel, um die Hälfte verstärken; daher bey der Einrammung eines 20 Schuh langen Pfahles, wann derselbe auch nur 8 Schuh Pfahlstand erhält, einen 1200 Pfund schweren Rammklotz wählen, oder die ersten 400 Schläge mit einem 600 Pfund schweren Rammklotz, die letzteren Hitzen aber mit einem 1200 Pfund wiegenden Klotze machen lassen. — Wie nothwendig die Wahl schwerer Rammklötze bey dem festen Pfahlgrunde sey, und wie verschieden die Wirkungen sind, welche bey dem Eindringen des Pfahles in den gewöhnlichen mittelmäſsig festen, und in dem sehr festen Grunde, sind, welche die Wahl der schwereren Rammklötze rechtfertigen, darüber will ich folgende Erfahrungen anführen!

1) Bey Einrammung des Grundbaues vom Landshuter Wehr, wurden viele Pfähle zuerst mit einem 570 Pfund schweren Rammklotze, durch 270 bis 660 Schläge eingerammt, so daſs sie in der letzten Hitze, von 30 Schlägen, 10 bis 52 Linien einrückten. Dann wurden schwerere Rammklötze gebraucht, und ich will die von 1226 Pfund hier anführen. Mit denselben rückten bey der ersten Hitze von 30 Schlägen die Pfähle 33 bis 90 Linien. Es verhielt sich also dabei das letzte Einrücken bei 15 Pfählen mit dem leichten Rammklotze, zum ersten Einrücken mit dem schweren, wie 1 : 2, 6, und die Schwere von jenem verhielt sich zur Schwere von diesem wie 1 : 2, 36. Es verhält sich demnach die Wirkung der Rammschläge, beynahe wie die Schwere der Rammklötze, bey einem aus *Kiesel* und *Erde* bestehenden Boden.

2) Bei dem Einrammen der Grundpfähle von den zwo massiven Pfeilern der über den Inn bey Mühldorf in Baiern durch meinen ältesten Sohn, im Herbste 1812 und Winter ausgeführten, aus drey Bogen jeden zu 124 Schuh Oeffnung bestehenden Brücke, wurden drey Pfähle mit 3150,3840 bis 4530 Schlägen, in den unterhalb aus Töpferthon bestehenden Grund des linkseitigen Pfeilers, bis zum Stehen 10′ 7″ 8‴, 11′ 8″ bis 12′ 5″ 7‴ tief eingetrieben. Diese Pfähle bestehen aus Kiefern, Eichen und Lerchenholz. Sie sind oben 16″, 13″ und 17 Zoll stark. Sie wurden erst mit einem §. 66. beschriebenen Rammklotze von 636 Pfund *Schwere*, mit 2280,2340 und 2730 Schlägen dergestalt eingerammt, daſs sie nur 3 bis 4 Linien in der letzten aus 30 Schlägen bestehenden Hitze rückten. Dann wurde eine groſse Ramme mit metal-

jenem Rammklotze von 1407 Pfund Schwere genommen, womit die übrigen Schläge geschahen. Jetzt rückte der kieferne Pfahl mit den ersten 30 Schlägen 45 Linien, der eichene 18 Linien und der lerchene 27 Linien, folglich rückten diese Pfähle im Mittel, bey der ersten Hitze von 30 Schlägen des schweren Rammklotzes 30 Linien. Dann wurde der kieferne Pfahl noch mit 870 Schlägen 23 Zoll, der eichene mit 1500 Schlägen 29 Zoll und der lerchene mit 1800 Schlägen 34 ½ Zoll, mit dem schweren Rammklotze, dergestalt eingetrieben, daſs der erstere nichts mehr, der mittlere 3 Linien, und dieser nur eine Linie mit 30 Schlägen in den Grund rückte. Es verhalten sich demnach die Schweren der Rammklötze, wie 1 zu 2, 2; das Einrücken bey der letztern Hitze von 30 Schlägen mit dem leichten Rammklotze, zum Einrücken der ersten nachfolgenden Hitze von 30 Schlägen mit dem schweren Rammklotze verhielt sich demnach wie 1 : 11; wie 1 : 6 und wie 1 : 7. Die Fallhöhe betrug 5 bis 5 ½ Schuh. Vergleicht man diese Erfahrungen, so ergiebt sich: daſs schwere Rammklötze in einem sehr festen Grunde vortheilhafter sind, als die leichten, daſs jedoch diese nicht viel über 2 Schuh übrig lassen, womit der Pfahl zum Feststehen gebracht wird, und daher bey mittelmäſsig festem Grunde die zuerst oben angenommene Schwere der Rammklötze hinreicht. Doch! ich will diese Materie hier nicht weiter ausdehnen, weil ich bey der Abhandlung über den Grundbau, von dem Pfahlstande, den man den Grundpfählen mit der Ramm-Maschine geben muſs, darauf zurück kommen werde; und ich glaube demnach nur die Erfahrung anführen zu müssen, daſs bey diesem Pfeiler der Mühldorfer Brücke unter andern ein vollkommen ausgetrockneter kiefener Pfahl, der oben 16 Zoll stark war, 12 Schuh 8 Zoll mit 3510 Schlägen des 1407 Pfund schweren Rammbärs, woran das Rammthau 13 Linien stark war, und der von 53 Mann, mit Einschluſs des den Pfahl in der senkrechten Richtung haltenden Arbeiters, gezogen wurde, in den festen Töpferthon eingetrieben ist, bis derselbe mit 30 Schlägen nur zwey Linien, und mit den letzten 780 Schlägen nur 4 Zoll 11 Linien einrückte, so daſs er vollkommen als feststehend betrachtet werden konnte.

Aus allen diesen Erfahrungen, aus den folgenden Beobachtungen, und aus den darauf gegründeten Raisonnements geht demnach hervor: daſs es keine Theorie gibt, welche weder die Schwere des Rammklotzes, in Beziehung auf die Schwere des Pfahles, noch das Eindringen dieses letztern, in Rücksicht der Schwere des ersteren, und dessen Fallhöhe, berechnen könne. Es ist daher die dritte Abhandlung der von *Eytelwein* herausgegebenen *praktischen Anweisung* zur *Wasserbaukunst* (3tes Heft 1805) für die Praktik ganz unanwendbar!

§. 85. Daſs die Wirkung der Rammschläge, bey unsern Rammen, von der Art ist: so daſs die Pfahlroste alle schweren Lasten, die wir auf solche eingerammten Pfähle setzen, die in den letzten zwo Hitzen 3 bis 4 Linien einrückten, zu tragen im Stande sind, beweisen auch die von *Cessart* in seiner Déscription des travaux hydrauliques Tom. 1. p. 154 u. s. w. mitgetheilten Versuche. Er glaubt nämlich: daſs man nähe-

rungsweise (durch Erfahrung) die Last, welche ein Rammpfahl, ohne zu sinken, zu tragen im stande sey, bestimmen können, wenn die schwere des Rammklotzes und die Fallhöhen gegeben seyen. Er stellte daher folgende versuche an. In einer kupfernen Form wurde eine Anzahl abgekürzter Kegel von Bley gegossen, die er auf eine groſse Holzschwelle, welche auf den geebneten Boden gelegt wurde, befestigen lieſs, von welchen jeder 2 Pfund 15½ unzen wog. Man lieſs nun auf einen Kegel einen Rammklotz, von einer gewissen Höhe, fallen, maaſs die verursachte Abplattung des Kegels genau und brachte auf eine genau geebnete Scheibe, die zwischen Nuthen vertical gehaltene Last; lieſs diese dann auf die spitze des Kegels herab und vergrösserte solche so lange, bis eine gleiche Abplattung des Kegels erfolgte. Auf diese weise wurden 1200 versuche gemacht, von denen ich folgende Resultate als die wichtigsten mittheilen will.

Die Eindrückung oder Abplattung wurde durch folgende Gewichte bewirkt.

Bey der schwere des Rammklotzes von	Bey der Fallhöhe des Rammklotzes von										
	2 Fuſs	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.*)
10 Pf.	1523 Pf.	1823	2136	2496	2803	3100	3436	3740	4050	4325	4606
20	2286	3060	3896	4676	4996	3180	3896	6207	7063	7923	8400
30	2549	3381	4081	4781	5481	5906	6670	7780	8060	8076	8696
40	2975	3775	4030	4660	4913	5500	6120	6896	7496	8300	8900
50	3281	3980	4581	5006	5696	6200	6830	7430	8060	8640	9307
60	3900	3980	4966	5867	6660	7676	8566	9063	9930	10200	10900
70	4481	5580	6560	7463	8367	9230	9896	10096	10730	11200	11960
80	5481	7181	7828	8476	9123	9771	10418	11066	11713	12361	11960
90	5481	6339	7197	8055	8913	9971	10629	11487	12345	13203	14060
100	6381	7254	8127	9000	9873	10746	11619	12492	13365	14238	15110
200	8481	11300	12100	14900							
300	10480	13680									
400	12481										
500	15000										
600	16000										
700	16987										

Nach diesen versuchen würde also ein mit einem 200 Pfund schweren Rammklotze, bey einer Fallhöhe von 5 Fuſs (bis zum stehen) eingeschlagener Pfahl 14,900 Pfund, das ist beyläufig eben so viel (15110 Pfund) tragen, als wenn ein Pfahl bey der Fallhöhe des 100 Pfund schweren Rammklotzes von 12 Fuſs, durch einen schlag nicht mehr als einige Linien (nämlich bis zum stehen) gerammt worden wäre. Nun gebraucht man gewöhnlich bey groſsen Baukörpern 1200 Pfund schwere Rammklötze!

*) *Cessart* setzte diese Versuche nur deſswegen bis auf eine Fallhöhe von 12 Fuſs fort, 1) weil er nicht mehr Gewichte beybringen konnte, und 2) weil die Reaction des Unterlagers bey einer gröſsern Fallhöhe sehr bedeutend wurde, wodurch die Wirkung des Schlages sich sehr verringerte.

Diesen angeführten versuchen gemäfs, glaubt cessart schliefsen zu müssen, dafs die mit 1200 bis 1700 Pfund schweren Rammklötzen, bey einer Fallhöhe von 4 bis 20 Fufs, bis zum stehen, bey der Brücke von *saumur* eingerammten Pfähle, das Gewicht dieser Brücke von 106 Millionen Pfund, sehr gut tragen können, weil auf den Pfahl nur 16000 Pfund kommen und ein so eingerammter Pfahl wenigstens 300,000 Pfund tragen werde. Er meint jedoch: dafs die von ihm gemachten versuche nur ein approximatives Tatonnement geben.

§. 86. Hält man einige von den brauchbaren Resultaten dieser versuche zusammen, so verhalten sich allerdings die Gewichte, bey gleicher schwere der Rammklötze, wie die Quadratwurzeln der Fallhöhe. Verwirft man diejenigen versuche, welche gar keine Genauigkeit verrathen; so ergiebt sich aus fünf der 4ten und 5ten colonne berechneten, ein verhältnifs, dafs, wenn das Gewicht des Rammklotzes, bey gleicher Fallhöhe, sich verdoppelt, die Lasten sich wie 1 : 1,76 verhalten. Wenn nun die wirkung eines 100 Pfund schweren Rammklotzes, bey der Fallhöhe von 5 Fufs, der auf den Pfahl drückenden Last von 9000 Pfund das Gleichgewicht hält, so wird der schlag eines 1200 Pfund schweren Klotzes, bey fünf Fufs Fallhöhe, der drückenden Last von 76943 Pfund das Gleichgewicht halten. Bringen demnach bey einer zugramme 30 hintereinander folgende schläge den Rammpfahl zum stehen, so wird derselbe eine Last von 2308290 Pfund tragen. Also wird ein einziger schlag, bey dieser Fallhöhe und Bärschwere, den Rammpfahl einen $4\frac{8}{10}$ mal gröfsern widerstand geben, als die Pfähle bey der Brücke von saumur zu tragen haben. Kurz man sieht aus diesen versuchen und diesem Beyspiele, dafs der Pfahlgrund, wie ihn die Ingenieurs gegenwärtig einrammen, wenigstens hundertmal mehr trage, als man ihm zumuthet. Bey allen denjenigen Gebäuden also, welche sich setzen, sind die Pfähle nicht tief genug, das ist, nicht bis zum stehen eingerammt. Aus dieser ursache hat sich der eine Pfeiler der steinernen Josephs-Brücke zu Nürnberg 15, und der andere 8 zoll gesenkt, wodurch beyde Bögen ihre urfprüngliche Form verlohren haben; ein ähnliches Ereignifs fand bey der ehemaligen Brücke von orleans statt.

§. 87. Cessart beklagt sich noch darüber: dafs bis dahin (1759) von den Ingenieurs keine Erfahrungen über das Einrammen der Pfähle gemacht worden sind. Er theilt also einige über das der Grundpfähle von der Brücke zu *saumur* mit. Daraus geht hervor, dafs mit drey zugrammen, wovon der Rammklotz 1200 Pfund wog und wo, bey jeder, 50 Mann gebraucht wurden, in 1080 Arbeits-stunden 232 Pfähle mit 45396 Hitzen zu 30 schlägen *) 14 bis 15 schuh tief **) eingerammt, so dafs also 420 schläge mit jeder Ramm-Maschine ***) in der stunde und 7 in der Minute be-

*) Es kommen daher auf den Pfahl 599 Schläge. Diese Pfähle stehen daher nicht so feste, als die Grundpfähle unter den Widerlagern der Rosenheimer Bogen-Brücke.

**) Diesen Pfahlstand giebt nämlich die Planche I. des Cessartschen Werkes an.

***) Mit der Kunstramme wurden durch 12 Mann täglich nur 126 Schläge (p. 169) gemacht, und man bezahlte 5 Livre 10 Sous für hundert Schläge.

werkstelligt wurden, wenn man 10 Arbeits-stunden auf den Tag rechnet. Werden aber 6000 schläge auf den Tag gerechnet, wie Cessart seite 165 sagt, dafs die Arbeiter gemacht haben, so betrüge dies 30108.6000 = 1944000 anstatt 30.45396 = 1360880 schläge. In dieser zeit (von 1080 Arbeits-stunden) ist das verrücken der Ramm-Maschine und alle vorkommenden Hindernisse mit bewirkt worden. Die Fallhöhe betrug 3 bis 5 schuh, und es wurde für die Hitze 6 sous bezahlt, so dafs ein Pfahleinzurammen 40 Livres 5 sous, 5 Deniers kostete, und der Mann 1 Livre 4 sous und 11 Deniers täglich verdiente.

Mit den Kunstrammen, deren Klotz 1200 Pfund wog, wurden Beobachtungen angestellt, nach denen ein Pfahl 161 schläge, bey einer Fallhöhe von 4 ½ bis 21 schuh, sechszehn Fufs 5″ 4‴ in den Grund ging, und bey den letzten drey schlägen noch 4 Linien einrückte. Ein anderer Pfahl erhielt 203 schläge, bey einer Fallhöhe von 7′ 10″ bis 18′ 7″ 1‴, und rückte 10′ 9″ 3‴, mit jedem der letzten drey schlägen aber nur zwey Linien. Die 116 Grundpfähle des 5ten Pfeilers wurden mit 23881 schlägen eingerammt, sie sind 26 bis 31 Fufs lang und stehen 11 bis 14 Fufs in den Grund *). Die zeit beträgt mit aller Nebenarbeit als Pfahlsetzen, verrücken der Maschine etc. 1482 ½ stunden, so dafs man 12 $\frac{8}{10}$ stunden auf den Pfahl rechnen kann. Jeder kostet 12 Livre 13 sous. Die Arbeitstäge eines Mannes betragen 1110, die Rammklötze waren 1200 bis 1700 Pfund schwer und der Pfahl erhielt im Mittel 206 schläge.

§. 88. Von dem Nutzen der Beobachtungen, über das Einrammen der Pfähle überzeugt — und da sie zugleich mein verfahren bey der Gründung der ausgeführten Bauwerke vor Augen legen — habe ich solche bey vielen Bauwerken entweder selbst angestellt oder anstellen lassen, welche drey geschriebene Folio-Bände einnehmen würden, und von denen ich bereits in den Beyträgen zur Brückenbaukunde und denen zum Wehrbau einige Resultate derselben mitgetheilt habe.

§. 89. Die nachstehenden Beobachtungen werden über das Einrammen der Pfähle jedem Ingenieur willkommen seyn, und ich will sie hier aufnehmen, wiewohl ich davon einige Resultate in meinen Beyträgen zur Brückenbaukunde und zum Wehrbau, bereits mittheilte. Sie geben eines Theils eine Uebersicht von den Wirkungen des Einrückens der Pfähle und stellen Beyspiele davon auf, mit welcher vorsicht die Pfähle in den Grund eingetrieben werden müssen, wenn sie den Absichten des erfahrnen Ingenieurs entsprechen sollen. In der nächstfolgenden Abtheilung dieses werkes bleiben indessen die gesammten Resultate des Einrammens mehrerer Pfahl-Gründungen und grofsen Brückenjoche vorbehalten.

*) Es wurde nämlich der Sand 18 bis 20 Schuh unter dem niedrigsten Wasserstande ausgehoben (p. 184) also bleibt nur dieser Pfahlstand übrig.

Rammbeobachtungen bey einigen Pfählen des linkseitigen Joches der Rosenheimer Bogenbrücke über den Inn im Jahre 1810 erbauet. Nämlich vom 17ten oder erster schräg - Pfahl.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in dem festen Grunde			Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.	Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
1	30	1	8	4	0	1	1	3	46	30	1	8	5	0	0	1	4
2	30	1	8	4	0	1	6	1	47	30	1	7	5	0	0	1	2
3	30	1	7	4	6	1	11	6	48	30	1	6	5	0	0	1	3
4	30	1	9	5	0	2	4	6	49	30	1	5	5	0	0	1	0
5	30	1	8	5	0	2	6	0	50	30	1	1	5	6	0	2	6
6	30	1	6	5	0	1	6	5	51	30	1	6	5	0	0	1	6
7	30	1	6	5	0	0	11	5	52	30	1	5	5	0	0	1	2
8	30	1	6	5	0	0	8	1	53	30	1	6	5	0	0	1	8
9	30	1	7	5	0	0	8	2	54	30	1	6	5	0	0	1	1
10	30	1	6	5	0	0	6	2	55	30	1	7	5	0	0	1	0
11	30	1	5	5	0	0	5	10	56	30	1	6	5	0	0	1	11
12	30	1	5	5	0	0	6	0	57	30	1	5	5	6	0	0	7
13	30	1	4	5	0	0	5	1	58	30	1	6	5	6	0	1	1
14	30	1	4	5	0	0	4	0	59	30	1	5	5	0	0	0	11
15	30	1	4	5	0	0	4	9	60	30	1	5	5	0	0	1	1
16	30	1	5	5	0	0	1	1	61	30	1	7	5	0	0	1	7
17	30	1	7	5	0	0	4	6	62	30	1	5	5	0	0	1	7
18	30	1	6	5	0	0	4	4	63	30	1	7	5	0	0	1	4
19	30	1	7	5	0	0	5	0	64	30	1	6	5	0	0	1	4
20	30	1	6	5	0	0	4	0	65	30	1	4	5	0	0	1	6
21	30	1	5	5	0	0	4	4	66	30	1	5	5	0	0	1	7
22	30	1	6	5	0	0	5	1	67	30	1	10	5	0	0	1	5
23	30	1	6	5	0	0	5	3	68	30	1	7	5	0	0	1	4
24	30	1	7	5	0	0	4	0	69	30	1	8	5	0	0	0	6
25	30	1	6	5	0	0	3	4	70	30	1	7	5	0	0	0	6
26	30	1	6	5	0	0	3	0	71	30	1	8	4	6	0	0	7
27	30	1	5	5	6	0	3	9	72	30	1	7	4	6	0	0	5
28	30	1	6	5	6	0	3	9	73	30	1	6	4	6	0	0	7
29	30	1	8	5	6	0	3	1	74	30	1	7	4	6	0	0	5
30	30	1	5	5	6	0	3	7	75	30	1	8	4	6	0	0	10
31	30	1	7	5	6	0	3	9	76	30	1	7	4	6	0	0	11
32	30	1	6	5	6	0	3	6	77	30	1	6	5	0	0	0	11
33	30	1	7	5	6	0	3	0	78	30	1	6	5	0	0	0	8
34	30	1	6	5	0	0	2	5	79	30	1	7	5	0	0	1	0
35	30	1	8	5	0	0	2	3	80	30	1	6	5	0	0	0	9
36	30	1	7	5	0	0	2	3	81	30	1	7	5	6	0	1	2
37	30	1	6	5	0	0	2	4	82	30	1	6	5	0	0	0	11
38	30	1	5	5	0	0	2	3	83	30	1	5	5	6	0	1	0
39	30	1	16	5	0	0	1	9	84	30	1	7	5	0	0	0	8
40	30	1	5	5	0	0	1	9	85	30	1	6	5	6	0	0	10
41	30	1	6	5	0	0	1	6	86	30	1	8	5	0	0	0	11
42	30	1	6	5	0	0	1	2	87	30	1	7	5	0	0	0	10
43	30	1	5	5	0	0	1	3	88	30	1	7	5	0	0	0	7
44	30	1	7	5	0	0	1	0	89	30	1	8	5	0	0	0	5
45	30	1	9	5	0	0	1	5	90	30	1	7	5	0	0	0	5

Dieser Pfahl ist der erste schräg-Pfahl stromaufwärts, und von ausgetrocknetem Lerchenholz.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl steht in dem festen Grunde			Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.	Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
91	30	1	5	5	0	0	0	4	137	30	1	5	5	6	0	0	8
92	30	1	6	5	0	0	0	4	138	30	1	8	5	0	0	0	4
93	30	1	6	5	0	0	0	5	139	30	1	7	5	0	0	0	2
94	30	1	5	5	0	0	0	4	140	30	1	0	5	0	0	1	2
95	30	1	5	5	0	0	0	3	141	30	3	35	6	0	0	0	2
96	30	1	5	5	0	0	0	4	142	30	1	10	5	0	0	0	2
97	30	1	6	5	0	0	0	3	143	50	1	10	5	0	0	0	8
98	30	1	5	5	0	0	0	0	144	30	1	8	5	0	0	0	1
99	30	1	7	5	0	0	1	6	145	30	1	7	5	0	0	0	2
100	30	1	6	5	0	0	0	6	146	30	3	6	5	0	0	0	2
101	30	1	5	5	0	0	9	3	147	30	1	38	6	0	0	0	3
102	30	1	6	5	0	0	0	3	148	30	1	9	5	0	0	0	4
103	30	1	6	5	0	0	0	3	149	30	1	7	5	0	0	0	6
104	30	1	6	5	0	0	0	2	150	30	1	8	5	0	0	0	6
105	30	1	5	5	0	0	0	2	151	30	1	7	5	0	0	0	5
106	30	1	5	5	0	0	0	2	152	30	1	9	5	0	0	0	5
107	30	1	6	5	0	0	0	6	153	30	1	8	5	6	0	0	4
108	30	1	6	5	0	0	0	7	154	30	1	7	5	6	0	0	3
109	30	1	4	5	6	0	0	4	155	30	1	8	5	6	0	0	6
110	30	1	5	5	6	0	0	3	136	30	1	6	5	0	0	0	5
111	30	1	6	5	6	0	0	5	157	30	1	7	5	0	0	0	3
112	30	1	5	5	0	0	0	6	158	30	1	8	5	0	0	0	4
113	30	1	5	5	6	0	0	3	159	30	1	7	5	6	0	0	3
114	30	1	6	5	6	0	0	2	160	30	1	5	5	6	0	0	3
115	30	1	4	5	0	0	0	2	161	30	1	6	5	0	0	0	3
116	30	1	7	5	0	0	0	3	162	30	1	7	5	0	0	0	2
117	30	1	5	5	0	0	0	5	163	30	1	7	5	0	0	0	3
118	30	1	5	5	0	0	0	4	164	30	1	6	5	0	0	0	3
119	30	1	5	5	0	0	0	3	165	30	1	5	5	0	0	0	2
120	30	1	6	5	6	0	0	3	166	30	1	5	5	0	0	0	3
121	30	1	7	5	6	0	0	3	167	30	1	5	5	0	0	0	3
122	30	1	6	5	6	0	0	2	168	30	1	6	5	0	0	0	3
123	30	1	6	5	6	0	0	2	169	30	1	4	5	0	0	0	4
124	30	1	6	5	6	0	0	2	170	30	1	6	5	0	0	0	4
125	30	1	8	5	0	0	0	2	171	30	1	6	5	0	0	0	4
126	30	1	7	5	0	0	0	2	172	30	1	6	5	0	0	0	3
127	30	1	6	5	0	0	0	2	173	30	1	5	5	0	0	0	4
128	30	1	9	5	0	0	0	1	174	30	1	7	5	0	0	0	3
129	30	1	10	5	0	0	0	2	175	30	1	6	5	0	0	0	2
130	30	1	8	5	0	0	0	5	176	30	1	7	5	0	0	0	2
131	30	1	9	5	0	0	0	8	177	30	1	6	3	0	0	0	2
132	30	1	9	5	0	0	0	2	178	30	1	7	5	0	0	0	6
133	30	1	8	5	6	9	0	6	179	30	1	7	5	0	0	0	2
134	30	1	7	5	6	0	0	8	180	30	1	6	5	0	0	0	2
135	30	1	8	5	0	0	0	2	131	30	1	8	5	0	0	0	2
136	30	1	7	5	0	0	0	6	182	30	1	7	5	0	0	0	2

Dieser Pfahl ist der erste schräg - Pfahl stromaufwärts, und von ausgetrocknetem Lerchenholz.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
183	30	1	7	5	0	0	0	7
184	30	1	6	5	0	0	0	6
185	30	1	5	5	0	0	0	2
186	30	1	5	5	0	0	0	2
187	30	1	6	5	6	0	0	2
188	30	1	6	5	6	0	0	2
189	30	1	6	5	0	0	9	2
190	20	1	6	5	0	0	0	2
191	30	1	6	5	0	0	0	2
192	30	1	5	5	0	0	0	2
193	30	1	6	5	0	0	0	2
194	30	1	5	5	0	0	0	2
195	30	1	6	5	0	0	0	2
196	30	1	5	5	0	0	0	2
197	30	1	7	5	0	9	0	2
198	30	1	6	5	0	0	0	2
199	30	1	8	5	0	0	0	2
200	30	1	6	5	0	6	0	1
201	20	1	7	5	0	0	0	2
202	30	1	8	5	0	0	0	2
203	30	1	9	5	0	0	0	2
204	30	1	7	5	0	0	0	7
205	30	1	6	5	0	0	0	3
206	30	1	6	5	0	0	0	2
207	30	1	7	5	0	0	0	2
208	30	1	6	5	6	0	0	1
209	30	1	7	5	0	0	0	1
210	30	1	8	5	0	0	0	2
211	30	1	6	5	6	0	0	2
212	30	1	7	5	6	0	0	2
213	30	1	7	5	0	0	0	2
214	30	1	6	5	0	0	0	4
215	30	1	7	5	0	0	0	4
210	30	1	6	5	0	0	0	2
217	30	1	8	5	0	0	0	2
218	30	1	7	5	0	0	0	6
219	30	1	6	5	0	0	0	4
220	30	1	2	5	0	0	0	0
221	30	1	6	5	0	0	0	2
222	20	1	5	5	0	0	0	0
223	30	1	8	5	0	0	0	0
224	30	1	7	5	0	0	0	0
225	30	1	6	5	0	0	0	0
216	30	1	8	5	0	0	0	0
227	30	1	8	5	0	0	0	0
227	6950	350	47	5	4	30	5	7

Der 15. Pfahl des linkseitigen Joches der Rosenheimer Bogenbrücke.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
1	30	1	6	4	0	1	3	9
2	30	1	15	4	0	0	10	11
3	30	1	12	5	0	4	1	6
4	30	1	12	5	0	3	4	6
5	30	1	12	5	0	1	3	4
6	30	1	12	5	0	1	2	1
7	30	1	13	5	0	1	1	9
8	30	1	12	5	0	1	1	6
9	30	1	12	5	0	1	0	7
10	30	1	12	4	0	0	9	2
11	30	1	12	5	0	0	9	3
12	30	1	13	5	0	0	9	7
13	30	1	12	5	0	0	8	7
14	30	1	9	5	0	0	7	10
15	30	1	10	5	0	0	7	0
16	30	1	12	5	0	0	6	8
17	30	1	8	5	0	0	6	5
18	28	1	0	5	0	0	5	4
19	30	1	12	4	6	0	3	6
20	30	1	12	4	8	0	4	1
21	30	1	12	4	11	0	4	5
22	30	1	9	5	0	0	4	2
23	30	1	10	5	0	0	3	1
24	30	1	6	5	0	0	3	2
25	30	1	5	5	0	0	3	0
26	30	1	6	5	0	0	2	10
27	30	1	8	5	0	0	2	7
28	30	1	12	5	0	0	2	5
29	30	1	11	5	6	0	4	1
30	30	1	6	5	6	0	3	1
31	30	1	5	6	0	0	3	10
32	30	1	6	5	6	0	3	8
33	30	1	6	6	0	0	4	2
34	30	1	6	4	6	0	1	3
35	30	1	6	5	0	0	2	1
36	30	1	6	5	0	0	1	1
37	30	1	6	3	0	0	1	7
38	30	1	6	5	0	0	1	9
39	30	1	6	5	0	0	1	9
40	30	1	6	5	0	0	1	5
41	30	1	6	5	0	0	1	5
42	30	1	6	5	0	0	1	1
43	30	1	5	5	0	0	0	10
44	30	1	8	5	0	0	1	0
45	30	1	6	5	0	0	0	9

Der 15. Pfahl des Joches der Rosenheimer Bogenbrücke.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde		Mittlerr Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
46	30	1	5	5	0	0	1	1
47	30	1	7	5	0	0	1	7
48	30	1	6	5	0	0	1	10
49	30	1	6	5	6	0	0	2
50	30	1	6	5	6	0	1	4
51	30	1	7	5	6	0	1	8
52	30	1	7	5	0	0	1	5
53	30	1	7	5	0	0	1	6
54	30	1	6	4	6	0	1	0
55	30	1	6	4	6	0	0	10
56	30	1	9	5	0	0	1	3
57	30	1	6	4	6	0	0	6
58	30	1	6	5	0	0	1	6
59	30	1	6	5	0	0	1	2
60	30	1	7	5	0	0	1	8
61	30	1	7	5	0	0	1	3
62	30	1	7	5	0	0	1	5
63	30	1	9	5	6	0	1	0
64	30	1	7	5	0	0	2	3
65	30	1	7	5	0	0	1	6
66	30	1	5	5	0	0	1	6
67	30	1	2	5	0	0	1	4
68	30	1	5	5	0	0	1	6
69	30	1	7	5	0	0	0	8
70	30	1	4	5	0	0	0	8
71	30	1	5	5	0	0	1	4
72	30	1	6	5	0	0	1	5
73	30	1	4	5	0	0	1	2
74	30	1	5	5	0	0	1	5
75	30	1	6	5	0	0	1	3
76	30	1	6	5	0	0	0	6
77	30	1	5	5	0	0	0	6
78	30	1	4	5	0	0	0	8
79	30	1	4	5	0	0	1	9
80	30	1	3	5	6	0	2	4
81	30	1	4	5	0	0	1	0
82	30	1	5	5	0	0	0	6
83	30	1	7	5	0	0	9	7
84	30	1	8	5	0	0	0	8
85	30	1	6	5	0	0	0	9
85	2548	95	28	5	3	30	11	—

Dieser Pfahl war von grünes Lerchenholz; die Rammzeit ist von 9½ Uhr Morgens bis 3 Uhr Abends.

Der 16. Pfahl dieses aus 17 Pfählen bestehenden Joches.

Anzahl der		Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl steht in dem festen Grunde		
Hitzen	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin
1	30	1	10	4	0	1	3	4
2	30	1	8	4	6	1	3	4
5	30	1	9	5	0	2	7	6
4	30	1	7	5	0	2	2	10
5	22	0	45	5	0	1	8	0
6	30	1	10	5	0	2	7	3
7	30	1	8	5	0	1	3	8
8	30	1	8	5	0	1	0	2
9	30	1	8	5	0	0	7	1
10	30	1	6	5	0	0	9	6
11	30	1	5	5	0	0	7	8
12	16	0	25	5	0	0	4	7
13	30	1	8	4	6	0	4	3
14	30	1	4	5	0	0	6	4
15	30	1	0	6	0	0	9	1
16	50	1	0	6	0	0	9	0
17	30	1	4	6	0	0	6	10
18	30	1	10	5	0	0	5	4
19	30	1	42	6	6	0	3	10
20	30	1	6	5	0	0	6	3
21	19	0	40	6	0	0	3	6
22	30	1	4	6	0	0	5	2
23	30	1	4	6	0	0	6	0
24	30	1	4	6	0	0	2	3
25	30	1	7	6	0	0	6	9
26	30	1	4	6	0	0	5	0
27	30	1	4	6	0	0	5	9
48	30	1	2	6	0	0	4	5
29	30	1	4	6	0	0	4	4
30	30	1	5	6	0	0	4	0
31	30	1	4	6	0	0	2	11
32	30	1	1	6	0	0	2	9
33	30	1	2	6	0	0	3	0
34	30	1	3	6	0	0	3	0
35	30	1	7	5	0	0	3	7
36	30	1	6	5	0	0	2	5
37	30	1	6	5	0	0	1	5
38	30	1	6	5	0	0	1	4
39	30	1	6	5	0	0	1	6
40	30	1	5	6	0	0	1	3
41	30	1	6	5	0	0	1	10
42	30	1	5	6	0	0	2	2
43	30	1	4	6	0	0	2	10
44	30	1	5	6	0	0	1	9
45	30	1	5	6	0	0	1	6
46	30	1	4	6	0	0	1	7
47	30	1	4	6	0	0	1	7
47	1367	49	32	5	6	27	11	4

Dieser Pfahl ist von grün Eichenholz; die Rammzeit vom Abend um 9 Uhr bis 1 1/2 Uhr früh.

§. 90. Aus diesen Beobachtungen geht wesentlich hervor, daſs die Einrammung der Schrägpfähle weit mehr Rammschläge erfordert, als die der gerade stehenden, weil sie den Pfahlgrund vor sich hinschieben müssen, und die Wirkung des Rammklotzes, je nach der schrägen Stellung des Läufers, d. i., nach der Abweichung von der perpendikulären Richtung, abnimmt. So ist zum Beyspiel der 17te oder Eispfahl mit 6950 Rammschlägen zum Stehen gebracht worden, während der 6te Pfahl, welcher wenig von der vertikalen Ebene abweicht, und der erste eingerammte Pfahl des Joches ist, mit 1860 Rammschlägen in den Grund getrieben wurde. Der Pfahlstand von jenem beträgt 30 Fuſs 5 Zoll 7 Linien, und von diesem 31 Fuſs und 10 Zoll. Der 16te Pfahl hat 2 Fuſs 11 Zoll 8 Linien weniger Pfahlstand als der 15te. Da dieser 940 Schläge erhielt, um die 2 Fuſs 11 Zoll 8 Linien noch einzurücken, so würde der 16te Pfahl 2207 Schläge erhalten haben müssen, um den Pfahlstand des 16ten Pfahls zu erhalten, folglich würde der 16te Pfahl 341 Schläge weniger erhalten haben. Dieses kommt daher, weil die Fallhöhe des Rammklotzes bey dem 16ten 5 Fuſs 6 Zoll, und und bey dem 15ten nur 5 Fuſs 3 Zoll betrug. Nach 1367 Rammschlägen rückte der 16te Pfahl bey der 47ten Hitze 19 Linien, und der 15te Pfahl (bey 2548 Schlägen) bey der 85ten Hitze 9 Linien. Man sieht ferner aus diesen Beobachtungen, daſs je nach den Schichten oder dem Widerstande des Grundes selbst die Pfähle von neuem tiefer als zuvor eindringen können, und daſs man äuſserst selten es dahin bringen könne, daſs ein Pfahl mit 30 Schlägen gar nicht mehr einrückt. So trift es sich öfters, daſs ein Pfahl durch ein tief unter dem Boden liegendes Holz geschlagen werden muſs, oder daſs derselbe auf einen Stein stöſst, der ihm ausweichen, oder von ihm gespalten werden muſs, welches man aber an dem Klange der Schläge hört, oder an dem plötzlichen Ab- und Aufspringen des Rammklotzes von dem Pfahl gewahr wird. In diesem Fall darf das Rammen nicht eingehalten werden, wenn der Pfahl auch bey 30 Schlägen nicht rückt, sondern man muſs die Anzahl der Schläge in einer Hitze vermehren, und mehrere Hitzen von hundert Schlägen folgen lassen, bis das Holz gespalten, und der Pfahl dadurch gedrungen ist.

§. 91. *Rammbeobachtungen beym VI. Pfeiler des Landshuter-Wehres.*

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde. Min.	Sec.	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes. Sch	Zoll	Der Pfahl steht in dem Grunde fest. Sch	Zoll	Lin.
1	1	30	1	20	4	—	6	2	—
	2	30	1	20	4	—	3	—	5
	3	60	2	20	4	6	2	—	3
	4	60	2	30	4	6	1	2	2
	5	60	2	35	5	—	1	—	2
	6	30	1	20	5	6	—	6	1
	7	30	1	18	5	—	—	—	4
	8	30	1	18	5	—	—	—	1
	9	60	2	35	5	6	—	—	1
	10	30	1	20	5	—	—	—	—
	11	30	1	20	5	—	—	—	—
	12	30	1	20	5	—	—	—	—
	13	30	1	20	5	—	—	—	—
Summa	13	510	21	56	4	9	13	11	7

Den 13. July 1810 um 9 Uhr Nachts begann das Rammen, und endigte um 10 Uhr.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Min.	Sec.	Sch	Zoll	Sch	Zoll	Lin.
2	1	30	1	15	4	—	5	5	6
	2	30	1	15	5	—	2	5	6
	3	30	1	25	5	6	2	4	6
	4	30	1	15	6	—	1	3	6
	5	60	2	20	5	—	1	2	6
	6	30	1	15	4	6	—	1	6
	7	30	1	20	5	3	—	1	4
	8	30	1	18	4	6	—	1	1
	9	30	1	20	5	3	—	1	—
	10	30	1	12	4	8	—	—	7
	11	30	1	—	5	—	—	—	7
	12	30	1	15	5	4	—	—	6
	13	30	1	24	5	—	—	—	5
	14	30	1	18	5	—	—	—	4
	15	30	1	24	5	2	—	—	4
	16	30	1	20	5	2	—	—	3
	17	30	1	12	5	4	—	—	3
	18	30	1	15	4	2	—	—	2
	19	30	1	20	5	2	—	—	2
	20	30	1	23	5	—	—	—	3
	21	30	1	10	5	2	—	—	3
	22	60	2	34	5	—	—	—	4
	23	30	1	18	5	2	—	—	2
	24	30	1	15	5	3	—	—	2
	25	30	1	15	5	1	—	—	2
	26	30	1	15	5	—	—	—	2
Summa	26	840	35	33	5	—	13	7	6

Den 10. July um ¾ auf 3 Uhr begann das Rammen, und endigte um ¾ auf 5 Uhr.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde. Min.	Sec.	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes. Sch.	Zoll	Der Pfahl steht in dem Grunde fest. Sch.	Zoll	Lin.
3	1	30	1	20	4	8	6	4	2
	2	30	1	22	4	10	5	4	—
	3	30	1	20	5	—	4	3	—
	4	30	1	20	5	2	1	2	—
	5	30	1	12	5	4	—	8	6
	6	18	—	48	5	3	—	3	6
	7	28	1	15	6	—	—	1	2
	8	29	1	17	6	—	—	1	1
	9	60	2	15	6	—	—	1	2
	10	60	2	12	6	—	—	1	1
	11	30	1	24	5	—	—	—	2
	12	30	1	18	5	—	—	—	2
	13	30	1	15	5	2	—	—	2
	14	30	1	18	5	2	—	—	2
	15	30	1	15	5	1	—	—	2
	16	30	1	18	5	2	—	—	2
	17	30	1	10	5	1	—	—	—
	18	30	1	15	5	1	—	—	1
	19	30	1	15	5	—	—	—	1
	20	30	1	15	5	—	—	—	1
	21	60	2	10	5	8	—	—	2
	22	30	1	18	5	6	—	—	2
	23	30	1	15	5	9	—	—	—
	24	35	1	30	5	4	—	—	2
Summa	24	800	33	30	5	3	18	7	5

Den 10. July um 6 Uhr Abends begann das Rammen, und bis 7 Uhr ward fortgesetzt, den 11. July um 6 Uhr früh aber geendigt.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Min.	Sec.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
4	1	30	1	16	5	4	6	4	4
	2	30	1	12	4	6	6	3	2
	3	30	1	11	4	6	4	2	3
	4	30	1	15	5	—	1	1	4
	5	30	1	12	5	—	—	2	—
	6	30	1	10	4	6	—	1	—
	7	30	1	10	5	—	—	—	7
	8	30	1	12	4	6	—	—	6
	9	30	1	16	5	—	—	—	5
	10	30	1	15	5	—	—	—	4
	11	30	1	14	5	—	—	—	3
	12	30	1	12	4	10	—	—	3
	13	30	1	15	5	—	—	—	4
	14	30	1	12	5	—	—	—	4
	15	30	1	19	5	1	—	—	2
	16	30	1	17	5	—	—	—	2
	17	30	1	15	5	—	—	—	2
	18	30	1	14	5	—	—	—	2
	19	30	1	15	5	—	—	—	2
	20	30	1	13	4	11	—	—	1
	21	30	1	12	5	—	—	—	1
	22	60	2	25	4	18	—	—	2
	23	30	1	14	4	10	—	—	10
Summa	23	720	29	34	4	10	18	6	4

Den 12. July um ½ 7 Uhr früh begann das Rammen, und endigte um ¾ auf 8 Uhr.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in den Grund.		
			Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
5	1	30	1	15	4	3	5	3	—
	2	30	1	16	4	5	4	1	6
	3	30	1	14	4	8	4	1	3
	4	30	1	12	4	—	3	—	6
	5	30	1	20	4	5	1	—	6
	6	30	1	18	4	10	—	8	6
	7	30	1	10	4	3	—	2	3
	8	30	1	15	4	3	—	—	4
	9	30	1	13	4	—	—	—	2
	10	30	1	28	4	—	—	—	2
	11	30	1	15	4	5	—	—	3
	12	30	1	17	4	7	—	—	2
	13	30	1	22	4	6	—	—	2
	14	30	1	20	4	7	—	—	2
	15	30	1	15	4	7	—	—	1
	16	60	2	36	4	10	—	—	3
	17	30	1	21	4	9	—	—	1
	18	30	1	16	4	7	—	—	1
Summa	18	570	24	13	4	4	18	7	5

Den 12. July um 9 Uhr Nachts begann das Rammen, und endigte um 10 Uhr.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in den Grund.		
			Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
6	1	30	1	20	4	4	6	4	—
	2	30	1	22	4	3	4	2	6
	3	30	1	18	4	2	2	2	—
	4	30	1	19	4	3	1	1	5
	5	30	1	16	4	3	1	1	2
	6	30	1	10	4	8	—	8	—
	7	30	1	15	4	2	—	9	—
	8	30	1	12	4	2	—	10	—
	9	40	1	22	4	2	—	4	—
	10	30	1	14	4	2	—	—	6
	11	30	1	19	4	3	—	—	4
	12	30	1	15	4	2	—	—	3
	13	30	1	23	4	4	—	—	3
	14	30	1	18	4	3	—	—	—
	15	30	1	15	4	8	—	—	3
	16	30	1	15	4	7	—	—	3
	17	30	1	13	4	10	—	—	1
	18	30	1	18	4	9	—	—	1
	19	30	1	16	4	7	—	—	1
Summa	19	570	24	20	4	4	17	8	2

Den 12. July um ½ 11 Uhr begann das Rammen, und dauerte bis 11 Uhr, um 12 Uhr ward es fortgesetzt, und endigte um 1 Uhr.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in den Grund.		
			Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
7	1	30	1	15	3	9	4	3	—
	2	30	1	18	4	—	4	3	2
	3	30	1	21	4	1	3	2	7
	4	30	1	14	4	2	2	2	3
	5	30	1	15	4	2	1	3	3
	6	30	1	15	4	4	—	10	3
	7	30	1	15	4	2	—	4	—
	8	30	1	20	4	3	—	1	2
	9	30	1	10	4	10	—	1	—
	10	30	1	18	4	10	—	1	—
	11	30	1	15	4	9	—	1	1
	12	30	1	11	6	8	—	—	4
	13	30	1	25	5	—	—	1	4
	14	30	1	11	5	9	—	—	1
	15	30	1	15	5	4	—	—	5
	16	30	1	16	5	2	—	—	2
	17	30	1	17	5	3	—	—	3
	18	30	1	45	5	4	—	—	3
	19	30	1	10	4	10	—	—	1
	20	30	1	12	4	7	—	—	2
	21	30	1	15	4	6	—	—	1
Summa	21	630	25	53	4	8	16	11	11

Den 12. July um ¾ auf 2 Uhr begann das Rammen, und endigte um ¼ auf 4 Uhr, weil an der Maschine etwas brach.

Bezeichnung des eingerammten Pfahles.	Anzahl der Hitzen.	Anzahl der Schläge.	Zeit die zum eigentlichen Rammen gebraucht wurde.		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes.		Der Pfahl steht in den Grund.		
			Min.	Sek.	Sch.	Zoll	Sch.	Zoll	Lin.
8	1	30	1	15	5	—	5	5	4
	2	30	1	18	5	—	4	5	—
	3	21	1	—	4	6	—	2	6
	4	30	1	18	4	—	—	1	6
	5	30	1	12	4	—	—	3	3
	6	30	1	18	4	6	—	3	—
	7	30	1	12	5	5	—	2	6
	8	30	1	19	5	—	—	2	6
	9	30	1	18	5	—	—	1	7
	10	30	1	18	5	—	—	2	2
	11	30	1	20	4	—	—	2	—
	12	30	1	12	4	6	—	1	2
	13	30	1	13	4	10	—	1	2
	14	30	1	13	4	6	—	1	—
	15	30	1	18	5	—	—	1	—
	16	30	1	18	5	—	—	1	—
	17	30	1	18	5	—	—	1	—
	18	30	1	18	5	—	—	—	1
	19	30	1	18	4	—	—	—	1
	20	60	2	30	5	—	—	—	2
	21	60	2	35	5	—	—	—	2
Summa	21	681	29	1	4	9	12	2	2

Den 13. July um 8 Uhr begann das Rammen, und endigte um ¾ auf 9 Uhr.

§. 92. Bey der vorstehenden Einrammung der Grundpfähle des Landshuterwehres, wovon einige unter dem Pfeiler Nro. 6. (Tab. 101.) mit einem eisernen Rammklotz, dessen Gewicht 1320 Pfund betrug (auf den Mann kommen 22 bis 24 Pfund) *allein* eingerammt wurden, ohne sie vorher mit einer leichtern Ramme bis auf eine gewisse Tiefe eingetrieben zu haben, welches mit den andern Pfählen geschah, bestand der Grund aus festem Kies. Zu diesen Beobachtungen füge ich die Bemerkung hinzu: dafs der Faschinenkörper, wodurch die Pfähle geschlagen wurden, eine Dicke von acht Schuh hatte, wefswegen den auch die Pfähle anfänglich schnell einrückten. Da aber dieser Faschinenbau (man sehe die Beschreibung des Wehres in der 8ten Abtheilung dieses Werkes) durch das darin sich gesetzte Materiale und den darauf geschütteten lebendigen Kalk und Kiesel, jetzt zu einer festen Masse geworden ist; so ist es eben so, als wenn die Pfähle in den natürlich festen Grund des Flusses stehen.

Die Zeit, in welcher diese 8 Grundpfähle in dem festen Kiesboden der Isar eingerammt wurden, beträgt demnach neun Stunden und fünf und vierzig Minuten; die zum Einrammen gebrauchte Zeit drey Stunden vier und vierzig Minuten, so, dafs sich diese zu jener beynahe wie 1 : 2,61 verhält. Wenn etwas an der Ramme oder dem Seil zu machen war, und mit der Verrückung der Ramm-Maschinen kann man im Ganzen rechnen, dafs sich die Zeit des Rammens zu der ganzen verwendeten Zeit wie 1 : 3 verhält, wenn die Arbeit *sehr* gut dirigirt wird; sonst aber wie 1 : 5. Da man binnen einer Minute 30 Rammschläge machen lassen sollte: so wird für das ganze Manövre, und für die Verrückung der Ramme, dem Pfahlsetzen und allen übrigen Hindernissen, zu 900 Schläge die Zeit von 30 . 3 = 90 Minuten gerechnet werden können.

2.) Auch diese bey dem Einrammen der Grundpfähle dieses Wehres angestellten Beobachtungen, von denen ich bey der Beschreibung dieses Bauwerkes die Resultate mittheilen werde, zeigen, dafs die Pfähle nach Aufsetzung des Knechtes, nicht mehr so gut einrückten, als wenn kein Knecht gebraucht wurde.

3.) Diese Beobachtungen zeigen ferner: dafs bey dem Einrücken und der Fallhöhe kein Verhältnifs statt findet, welches irgend ein Gesetz begründen könnte, und dafs die Pfähle bis zum Stehen eingerammt sind.

§. 93. Die nachfolgenden Beobachtungen will ich von denen, welche bey dem Einrammen der Grundpfähle des Hafendammes zu Lindau angestellt sind, aufnehmen, wobey ich bemerke, dafs das Einrammen mit dem §. 66. beschriebenen hölzernen

Rammklotze, der 700 Pfund wog, bewerkstelligt wurde, und wobey 28 bis 30 Mann gebraucht wurden. Die Pfähle hatten nicht einen eisernen Schuh, und der Grund bestand aus Sand und Thon. Sie stehen unter dem westlichen Pfeiler der Hafenmündung (Tab. 68. den Plan des Hafens), und sind nicht durch den Faschinenbau, sondern durch den natürlichen Grund geschlagen, übrigens wurde Pfahl an Pfahl gerammt.

Diese Beobachtungen geben ähnliche, in den vorigen §. §. angeführte, Resultate.

Am 10ten Februar 1812 angestellte Beobachtungen über das Einrammen von vier Grundpfählen der Gründung des Molo zu Lindau.

Nro.	Anzahl der		Zeitraum der Hitze.		Der Rammklotz wurde geschnellt.		Der Pfahl rückte in dem festen Grunde.		
	Hitzen.	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll.	Sch.	Zoll	Lin.
1	1	30	1	17	6	—	—	—	3
	2	30	1	15	6	3	7	6	8
	3	30	1	16	6	2	1	3	—
	4	30	1	14	6	—	—	8	—
	5	30	1	15	5	—	—	6	—
	6	60	2	36	5	6	—	4	—
	7	30	1	16	5	4	—	4	9
	8	30	1	14	5	2	—	1	3
	9	30	1	15	5	—	—	1	—
	10	30	1	17	5	1	—	1	3
	11	30	1	18	5	—	—	1	—
	12	30	1	15	5	—	—	1	—
	13	30	1	16	5	—	—	—	9
	14	30	1	15	5	—	—	—	9
	15	30	1	16	5	4	—	—	3
	16	30	1	15	5	3	—	1	3
	17	30	1	14	5	—	—	—	6
								4	
Summa	17	540	1 mittlere	20	5 mittlere	4½	11	9	8

Der Pfahl rückte durch seine und des Rammklotzes Schwere, 4 Zoll in den festen Grund.

Nro.	Anzahl der		Zeitraum der Hitze.		Der Rammklotz wurde geschnellt.		Der Pfahl rückte in dem festen Grunde		
	Hitzen.	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll.	Sch.	Zoll	Lin.
2	1	30	1	15	6	3	6	—	—
	2	30	1	16	6	4	1	1	9
	3	30	1	17	6	2	—	10	3
	4	30	1	15	5	6	—	8	6
	5	30	1	16	5	3	—	2	6
	6	30	1	14	5	—	—	1	9
	7	60	2	37	5	—	—	—	9
	8	30	1	15	5	2	—	1	6
	9	30	1	15	5	3	—	—	9
	10	30	1	16	5	—	—	—	7
	11	30	1	15	5	—	—	—	6
	12	30	1	17	5	3	—	—	4
	13	30	1	16	5	2	—	—	9
	14	30	1	17	5	—	—	—	5
	15	30	1	15	5	—	—	—	3
	16	30	1	16	5	—	—	—	1
							1	1	
Summa	16	510	1 mittlere	21	5 mittlere	4	10	7	8

Der Pfahl rückte durch seine und des Rammklotzes Schwere um 1 Schuh 1 Zoll in den festen Grund.

Die Bärschwere betrug 700 Pfund; die Anzahl der Arbeiter war 28 Mann, folglich kömmt auf den Mann 25 Pfund.

Nro.	Anzahl der		Zeitraum der Hitze.		Der Rammklotz wurde geschnellt.		Der Pfahl rückte in den Grund.		
	Hitzen.	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll.	Sch.	Zoll	Lin.
3	1	30	1	16	6	4	2	6	3
	2	60	2	35	6	—	1	8	3
	3	30	1	15	6	—	—	4	6
	4	30	1	16	6	—	—	4	—
	5	30	1	15	5	4	—	3	2
	6	30	1	15	5	2	—	2	3
	7	30	1	14	5	—	—	2	2
	8	30	1	16	5	—	—	1	8
	9	30	1	15	5	—	—	1	6
	10	30	1	14	5	3	—	1	—
	11	30	1	17	5	2	—	—	11
	12	30	1	16	5	2	—	—	9
	13	30	1	17	5	3	—	1	—
	14	30	1	19	5	—	—	—	8
	15	30	1	17	5	—	—	—	7
	16	30	1	16	5	—	—	—	6
	17	30	1	16	5	2	—	—	6
	18	30	1	17	5	—	—	—	6
	19	30	1	15	5	—	—	—	5
	20	30	1	16	5	—	—	—	2
							4	6	
Summa	20	630	1 mittlere	20	5 mittlere	$3\frac{1}{2}$	10	10	9

Der Pfahl rückte durch seine und des Rammklotzes Schwere um 4 Schuh 6 Zoll in den Grund.

Nro.	Anzahl der		Zeitraum der Hitze.		Der Rammklotz wurde geschnellt.		Der Pfahl rückte in den Grund.		
	Hitzen.	Schläge	Min.	Sek.	Sch.	Zoll.	Sch.	Zoll	Lin.
4	1	30	1	16	6	3	2	11	3
	2	30	1	15	6	4	—	7	3
	3	30	1	16	6	3	—	9	6
	4	30	1	15	6	2	—	3	3
	5	30	1	15	5	4	—	3	—
	6	30	1	15	5	3	—	3	—
	7	60	2	32	5	—	—	5	2
	8	30	1	16	5	—	—	1	2
	9	30	1	15	5	2	—	1	4
	10	30	1	16	5	3	—	1	—
	11	30	1	15	5	2	—	1	—
	12	30	1	17	5	1	—	—	9
	13	30	1	15	5	—	—	—	9
	14	30	1	16	5	—	—	—	3
	15	30	1	17	5	—	—	—	3
	16	30	1	15	5	—	—	—	2
	17	30	1	17	5	2	—	—	3
	18	30	1	18	5	—	—	—	2
							4	9	6
Summa	18	570	1 mittlere	20	5 mittlere	4	10	11	—

Der Pfahl rückte durch seine und des Rammklotzes Schwere um 4 Schuh 9 Zoll 6 Linien in den Grund.

§. 94. Hiermit seyen also die speziellen Beobachtungen, über das Einrammen der Pfähle, und dieses Kapitel selbst, beschlossen.

DRITTES KAPITEL.

Von den vorzüglichsten Utensilien und Maschinen, und ihrer Anwendung: welche gebraucht werden 1) kleine und grofse Lasten zu heben und zu transportiren; 2) Pfähle auszuziehen, unter Wasser abzusägen oder das Flufsbett von denselben zu reinigen; 3) um allerley in Flüssen, Häfen und Canälen liegendes Material zu gewältigen und aus dem Wasser aufzufördern; und um den Grund zu ebnen.

Erstens.

§. 95.

Die *Hebung und Transportation der Lasten* ist in der Wasserbaukunde von der äufsersten Wichtigkeit: denn man kann dabey entweder viel ersparen oder grofse Summen verschleudern, wenn nicht mit reifer Ueberlegung zu Werke gegangen wird. Dazu werden gebraucht: die *schiefe-Fläche*, der *Keil*, der *Hebebaum* oder *Richtbaum* Fig. 30, 31, 40 Tab. 84. oder die *Brechstange* Fig. *a b c d* und *f* Tab. 100; ferner die *Rolle A* (Tab. 89), der *Flaschenzug*, die *Schraube* (Fig. 12 Tab. 89) und das *Rad an der Axe* (Fig. 2 Tab. 54); die man, je nachdem es erforderlich ist, zusammensetzt.

§. 96. Was die zum Transport beym Bauwesen erforderlichen Utensilien betrifft, so sind dieselben gröfstentheils beym *Deichbau* im *ersten Bande* Seite 588 — 594 beschrieben und die Resultate mehrerer Beobachtungen angeführt. Die Fortbringung der schweren Bauhölzer und Werkstücke; dazu dienen Walzen, worauf man sie legt (s. Tab. 116); die Wagenwinde, welche unten einen Vorsprung hat, der unter dem Steine gesetzt wird (*Fufs* genannt) daher eine solche Winde *Fufswinde* (Tab. 103 Fig. 11 bis 15) heifst, und womit der Stein fortgeschoben wird; ferner dienen dazu die Flaschenzüge, die Erdwinde Fig. 29 Tab. 84, und der Druckhebel Fig. 42 Tab. 89; Utensilien und Maschinen, die bey allen grofsen Bauführungen nothwendig sind. Runde Baumstämme lassen sich mit einem *Hebel*, mit welchem ein krummer Hacken in Verbindung gebracht wird, sehr bequem fortwälzen. Tab. 103 Fig. 24.

Zu den Transport-Utensilien gehören auch die *Steinkarrn* (Tab. 121 Fig. 33 und 34) und die *Steinwägen* (Fig. 13, 14, 34, 35, 36 und 37 Tab. 84), an welchen die Hinterräder fünf Schuh im Durchmesser haben und die unter andern *Perronet* beym

Brückenbau zu Neuilly gebrauchte. Eine andere Art ist in Fig. 10, 13 und 14 dargestellt, dessen Vorder-Räder (Fig. 12) drey und dessen Hinter-Räder (Fig. 11) 6′2″ Durchmesser haben. Dieser Wagen dient zur Fortbringung langer Steine und mit dem in Fig. 9 dargestellten, transportirt man kurze Steine. Auf jedem grofsen Bauplatze müssen sich auch kleinere Steinwagen mit Räder von 18″ im Durchmesser befinden. Anstatt der Räder gibt man den grofsen Lasten zu tragende Wägen, *Walzen*, und sie heifsen alsdann wohl *Walzen-* oder *Rollwägen*. Mit denselben (Tab. 54 Fig. 7, 8, 9, 10) liefs *Smeaton* die zum Leuchthurm auf *Edystone* erforderlichen Werkstücke, von dem Werkplatze zum Schiffe transportiren. Sie sind auf ebenen Bauplätzen äusserst vortheilhaft. Ich habe 6 Schuh lange und 3 Schuh breite Walzenwagen (mit zwey Walzen) machen lassen, die eine mit zwey Aermen versehenen 6 Schuh lange Deichsel haben. Sie bestehen aus einem Balkenrahmen, in welchem die Walzen dergestalt angebracht sind, dafs sie mit einem Drittheil ihres Durchmessers (von 14″) darunter hervorragen und worin sie in eisernen Zapfen laufen. Man hängt auch zuweilen grofse Werkstücke an die Axe zweyer 10 Schuh hoher Räder, eine Methode, die die Römer öfters angewendet haben. Doch ich komme insbesondere jetzt zu den zur Hebung und Fortbringung grofser Lasten dienenden Maschinen.

§. 97. Wenn über eine *Rolle* ein Seil angezogen wird, und ihr Mittelpunkt oder Zapfen fest liegt, so heifst sie die *festliegende Rolle*, wo diejenige, welche während dem Anziehen des Seiles die Lage ihrer Axe verändert, (Fig. *A* Tab. 89) die *schwebende Rolle* genannt wird. Werden mehrere *Rollen* 1, 2, 3, 4 Fig. 52 Tab. 84 auf einen gemeinschaftlichen Zapfen geschoben und in ein Gehäuse, jede Rolle für sich, gesetzt; es befinde sich eine Rolle in solches Gehäuse Fig. 32, oder es werden auch mehrere Reihen von Rollen in ein gemeinschaftliches Gehäuse *c* Fig. 33 Tab. 83 angebracht, so heifst diese Einrichtung ein *Kloben* oder eine *Flasche*. Werden zwo solche Flaschen, welche die Rollen gröfstentheils einschliefsen, mittelst eines um diese Rollen gezogenen Seils in Verbindung gebracht, so nennt man diese Vorrichtung einen *Flaschenzug*. *Rollenzüge* sind solche, worin die Rollen einzeln über einander stehen. Gewöhnlich nennt man aber einen Rollenzug nur die Anbringung einzelner Rollen, als Fig. *A*, *B*, *C* und *D*, Tab. 89, und die in einen Kloben übereinander gestellten Rollen Tab. 83 Fig. XXX gleichfalls einen Flaschenzug.

§. 98. Damit bey den Flaschenzügen sich die Seilsücke nicht unter einander berühren, so müssen, wenn zwey Reihen Rollen oder Scheiben übereinander angebracht sind, in der obern Klobe oder der *hangenden Flasche* die untern Rollen und in der untern die obern, kleiner als die übrigen Rollen seyn. Gewöhnlich macht man die grofsen Rollen 9 bis 12, und die kleinern Rollen 8 bis 10 Zoll im Durchmesser stark. Besser würde es seyn, wenn sie einen gröfsern Durchmesser erhielten. Aber sie werden alsdann beym Gebrauch zu schwer. Man könnte sie jedoch bis 18 Zoll grofs machen, wenn sie von Buxbaum oder Bockholz sind, bis 15 Zoll von Metall

und Eisen, ohne dieselben zu schwer gemacht zu haben. Die kleinen Scheiben einer und derselben Flasche mögen dann um 1 ¾ mal die Dicke des Seils genommen kleiner als die grofsen seyn, welches hinreichend klein ist, damit sich die Seile nicht berühren. Die Rollen selbst werden zum befsten von Weifsbuchen-, Pflaumenbaum-, Buxbaum- und Bockholz, von Eisen und Metall gemacht, und erhalten an ihrem Umfange eine der Dicke des Zugseils angemessene Rinne; einen von Eisen oder recht festem Holze ⅝ bis ¾ Zoll dicken Nagel oder Zapfen, um den sie sich bewegen. Sind sie aus Holz gemacht, so läfs man sie eine Stunde über in Oel sieden, wo sie alsdann weniger abschleifen, fester sind, und die Reibung des Seiles vermindern. Besteht der Zapfen aus Eisen, so wird das Loch der Rolle aus Messing oder Metall verfertigt, denn die Reibung von Eisen auf Eisen ist gröfser als von Eisen auf Messing und auf andere Metalle. Für Eisen auf Eisen ist nämlich das Verhältnifs (nach Coulomb) der Reibung zum Drucke 0,28, für Eisen auf Messing 0,26 *). Die in Fig. *A*, *B*, *C* und *D* Tab. 89 gezeichneten Rollenzüge würden für den Flaschenzügen einen Vorzug haben, weil sich eine Flasche, worin sich mehrere Rollen neben

*) Da die Coulombschen über die Reibungen angestellten Versuche einige Bogen einnehmen, und dennoch nicht disse wichtige Sache erschöpfen, so will ich blos aus Pronys Hydraulik §. 1173. die vorzüglichsten Resultate derselben mittheilen, weil sich daraus für die Praktik immer einige Vorschriften sbstrahiren lassen.

1) „Die Reibung von Holz auf Holz," heifst es, „verursacht, wenn die Flächen trocken sind, nach einer hinlänglichen Ruhezeit einen Widerstand, welcher dem Drucke proportional ist; dieser Widerstand nimmt in den ersten Augenblicken der Ruhezeit merklich zu, aber nach einigen Minuten erreicht er gewöhnlich sein Maximum. 2) Rutscht ein Holz trocken über das andere mit einer gewissen Geschwindigkeit, so bleibt die Reibung noch dem Druck proportional, aber ihre Stärke ist weit geringer, als diejenige, welche man bemerkt, wenn man die Flächen nach einer Ruhezeit von einigen Minuten, von einander trennt. Man findet z. B., dafs die Kraft, welche erfordert wird, zwo Flächen von Eichenholz nach einer Ruhe von einigen Minuten von einander zu trennen und zum Rutschen zu bringen, sich zu der, welche zur Ueberwindung der Reibung bey einer schon erlangten Geschwindigkeit der Flächen erfordert wird, verhält wie 9 zu 2. 3) Die Reibung von Metall auf Metall ohne Schmiere ist gleichfalls dem Drucke proportional; ihre Stärke aber bleibt immer die nämliche; man mag ihren Zusammenhang erst nach einer gewissen Ruhezeit aufheben, oder eine gleichförmige Geschwindigkeit unterhalten wollen. 4) Flächen verschiedener Art, wenn z. B. Holz und Metall ohne Schmiere sich aneinander reiben, geben für die Reibung solche Resultate, die von den vorhergehenden sehr verschieden sind, denn die Gröfse ihrer Reibung wächst in Vergleichung mit der Ruhezeit langsam und erreicht erst nach 4 oder 5 Tagen und oft noch später ihre Grenze, da sie hingegen bey den Metallen untereinander in einem Augenblick und bey den Holzarten untereinander in einigen Minuten, bis zu ihr Maximum wächst. Dieser Wachsthum ist aber so langsam, dafs bey unmerklichen Geschwindigkeiten der Widerstand der Reibung beynahe der nämliche ist, welchen man bey der Erschütterung oder Losreissung der Flächen nach einer Ruhezeit von 5 oder 4 Sekunden überwindet. Noch mehr, bey allen Holzarten, die ohne Schmiere über einander rutschen und bey Reibung der Metalle untereinander, hat die Geschwindigkeit einen sehr geringen Einflufs auf die Reibungen; hier aber wächst die Reibung sehr merklich, so wie die Geschwindigkeiten gröfser werden, so dafs die Reibung beynahe in einer arithmetischen Progression wächst, wann die Geschwindigkeiten in einer geometrischen zunehmen."

einander befinden, nach der seite des zugseils, um etwas neigt, wenn die Rollen nicht recht genau gearbeitet sind, und die seilstücke sich zuweilen alsdann berühren; auch bey ihnen der aus der seilbiegung resultirende widerstand geringer als bey Flaschenzügen ist, wenn sie ihrer Einrichtung wegen gebraucht werden könnten, und es müssen in der Praxis statt solcher *Rollenzüge* die *Flaschenzüge* gewählt werden. Bey der letztern, wo die seilstücke parallel laufen, verhält sich im Gleichgewichtsstande, die Kraft zur Last (das Gewicht der schwebenden Flasche wird mit zur Last gerechnet) wie 1 zur Anzahl der seilstücke, welche die zwo Kloben oder Flaschen in verbindung bringen. Es ist daher vortheilhafter, das seil an der untern oder schwebenden Flasche zu befestigen, denn es ist alsdann die Anzahl der seilstücke gleich der doppelten zahl der Rollen in der schwebenden Flasche + 1, wohingegen, wenn das seil an der hangenden Flasche befestiget ist, die seilstücke blos der doppelten Anzahl der Rollen in der schwebenden Flasche gleich sind. Alsdann ist aber in der erstern eine Rolle mehr als in der letztern anzubringen. Dies läſst sich bey solchen Flaschenzügen, worin die Rollen übereinander stehen, als Fig. 30 Tab. 83 ist, wohl einrichten, aber nicht bey Flaschenzügen, in denen mehrere Rollen neben einander stehen, weil sonst der untere Kloben, d. i. die hängende Flasche schief gezogen werden würde. Beym Einziehen des seiles muſs man daher auch allemal die kleinen Rollen zwoer Kloben zuerst beziehen, und das seil gleich an der einen Flasche befestigen. Da bey Fig. *c* Tab. 89 auf jeder seite einer Rolle, zwey seile sind, so verhält sich bey solchen Rollenzügen, die Kraft *k* zur Last *l* (im Gleichgewichtsstande) wie zweymal die Anzahl der hangenden Rollen, d. i. bey drey Rollen 2. 2. 2 = *k*. Um dann die zur Hebung der Last anzuwendende Kraft zu erfahren, muſs man auch den widerstand kennen, den die seile mittelst ihrer Biegung und Reibung entgegensetzen. Bey seile, die bey heftiger Anspannung keine merkliche veränderung leiden, läſst sich jedoch dieser widerstand leicht durch Anhängung von Gewichte ausmitteln, bevor der Flaschenzug gebraucht wird. Zu Flaschenzügen muſs man sich aber nur bereits gestreckter seile bedienen, weil sich sonst bey neuen noch nicht gedehnten seilen, die untere Flasche mit der Last leicht dreht, wodurch die seile aneinander streifen und eine gröſsere Kraft zum zuge erfordert wird, indem die seile, ehe sie angezogen werden können, vollkommen gestreckt seyn müssen.

§. 99. Mit den Flaschenzügen, wobey sich die Kraft zu dem Gewichte der schwebenden Flasche und der aufzuziehenden Last verhält, wie der Halbmesser der scheibe zur summe der cosinusse derer winkel, welche die verticallinie mit den Richtungen der Tackelfälle (das sind die seilzüge) machen, hebt man vorzüglich die werkstücke in das für sie bestimmte Lager, wie die 2te Fig. Tab. 54 zeigt. Der Flaschenzug *), welcher zur Hebung groſser werkstücke zum häufigsten von allen

*) Ich habe den auf Tab. 54 Fig. 15 und 16 gezeichneten Flaschenzug, jede Klobe mit zehn Rollen, machen lassen. Die Backen und Schrauben etc. bestehen aus Eisen; die Rollen aus Messing. Er ist vortrefflich gearbeitet.

Maschinen gebraucht wird; weil er von einer stelle zur andern leicht transportirt werden kann, wenig Raum einnimmt, mit denselben auch bald schwere, bald leichte Lasten gehoben werden; je nachdem man die Anzahl Rollen vermehrt — gehört auch zum *Fortbringen* schwerer Lasten als ein wesentliches Hülfsmittel. Er wird zur Aufhebung der werkstücke noch brauchbarer; wenn über den Bauplatz ein festes Gerüste errichtet ist. Man kann nämlich auf dasselbe einen walzenwagen mit vier walzenrädern, worin Fig. 30 Tab. 83 zwey in *i* und *h* zu sehen sind (siehe auch Tab. 101), anbringen, welcher den Flaschenzug trägt. Je zwo dieser Räder werden mit dem Querholze *i k h* und den querstehenden Axen *i h* in verbindung gebracht. Auf zwo solcher Querhölzer liegt dann die Tragschwelle *g*, um deren Mitte die Kette *l* des Klobens *p* geschlungen wird. Dieser wagen kann mit dem Flaschenzuge auf das Gerüste hin und her geschoben werden, wozu dessen Räder in Rinnen laufen, worin Löcher gebohrt sind, um Aufhaltsstöcke darin zu stecken, damit der wagen seine stelle nicht verändere. Mittelst dessen Fortrückung kann man also die werkstücke auf jede stelle des Bauwerkes hinlegen, wo es nöthig ist, ohne viele schwierigkeit. Dieser vorrichtung habe ich mich zum Herablassen der gröfsten werkstücke von 100 bis 250 Centner schwer und unter andern bey der Aufführung der Pfeiler des Landshuter wehres (Tab. 101) bedient, wo dieselbe in perspectivischen zeichnungen dargestellt ist.

Der *Flaschenzug* heifst auch zuweilen ein *Takelfall*, d. i. ein *seilfall.* Hängt derselbe zwischen zwey oder dreyen Richtbäumen Tab. 54. Fig. 2 oder Tab. 83 Fig. 33, so nennt man ihn einen *scheeren-Takel*, weil die ihn tragenden schrägstehenden Bäume *scheeren* heifsen. Wird der Flaschenzug an einen *Richtbaum A E* Fig. 31 Tab. 84, der hier 35 schuh lang, 10 zoll stark und von Fichtenholz ist, angebracht: so setzt man ihn in ein etwa sechs schuh langes schwell-Lager ein und befestigt oben, ehe er aufgerichtet wird, vier seile *G G* (die in der Figur nicht alle angedeutet sind) *spannseile* genannt, die oben, unterhalb vier Klammern *A*, angebunden werden, damit sie nicht vom Richtbaume abgleiten und nach dem Boden gehen, wo sie an schräg eingeschlagenen Pfählen oder auch an Erdwinden *d* (Fig. 43 und 44), wenn sie vorher um die Rollen *b* und *e* laufen, befestigt werden. Wie aber die Last mittelst eines solchen Richtbaumes, so wie den Flaschen *C*, *D*, *E* und *F* und dem Haspel *H* heraufgetritzt wird, diefs zeigt Fig. 31. Mehr zusammengesetzt ist der Richtbaum Fig. 40, an welchen Sprossen sichtbar sind, damit man an ihn hinaufsteigen könne. Es ist derselbe zur Aufwindung der Gewölbsteine der Brücke von Neuilly gebraucht worden. Vier solcher Bäume stellte man an einen Gewölbbogen. Jeder war in ein 18 schuh langes schwell-Lager *C E* eingelassen und von zwey stützen oder scheeren, die mit einander durch fünf Querhölzer verbunden waren, gegen das schwanken gesichert. Von der obern spitze *A* liefen vier spannseile unter einem winkel von 75 Grad nach dem Lande, wo sie an Pfählen befestigt waren. Zwey spannseile

Z D C liefen aber, zur Festhaltung des Ganzen, von den unten stehenden kleinen Winden *Z* und *K* über die Rollen unter *D E* nach zwo in den Fluſs eingeschlagenen Pfählen *P*. An der Seite dieser Vorrichtung, welche Querriegel *R S P O* und *N O* hatte, stand eine 16 Schuh im Durchmesser groſse Erdwinde, welche der in Fig. 22. und 46 dargestellte und zu Fig. 31 gehörende ähnlich war. An der derselben nahe stehenden Scheere des Richtbaumes war eine Leitrolle *I* angebracht. Um diese lief das Zugseil nach der oben am Richtbaum angebrachten Flasche, die mit der schwebenden Flasche, an welche die Last befestigt war, in Verbindung stand *). Wurde die Erdwinde umgedreht, so zog man die Gewölbsteine zwischen zwo solchen gegenüber stehenden Richtbäumen in die Höhe; solche Richtbäume waren neben dem Lehrgerüste und gegen einander übergestellt, um an beyden das Zugwerk anzubringen, wie es hier beyläufig beschrieben und auf der zum dritten Bande gehörigen 118ten Kupfertafel Tab. XXVII vorgestellt ist. Wie dergleichen Richtbäume oder Scheeren auf mancherley Arten in dem ihnen zu gebenden Stande gehalten werden, dies zeigen Fig. 2, 6 und 12 Tab. 54 und Fig. 1, 2 und 3 Tab. 82, welche letztere Vorrichtung aus einem festen Zimmerwerke besteht; zwey Kreutzhaspel hat, und ein *doppelter Hebebock* heiſst. Diese Figuren zeigen auch wie die Flaschenzüge angebracht werden. Auf der hundert und eilften Kupfertafel (des dritten Bandes) ist ein einfacher *Richtbaum* angezeigt, den ich mit Nutzen, beym Brückenbau, gebraucht habe.

Aufgerichtet wird ein Trag- oder Richtbaum oder mehrere Richtbäume, wenn man dieselben gegen feſst in den Erdboden eingeschlagenen Pfählen anstemmt, an einen andern feststehenden Pfahl eine Rolle befestigt und von dieser ab, Spannseile *M M* Fig. 33 Tab. 83 bis zum obern Theil der Bäume gehen läſst, das andere Ende dieses Seiles wird dann um eine an einen Richtbaum befestigte Rolle gezogen und angeholt. So wie dies geschieht, wird der eine Richtbaum aufwärts geschoben, indem dessen unteres Ende gegen den in der Erde eingerammten Pfahl oder gegen drey Pfähle stemmt. Zugleich hilft man die übrigen zyey Richtbäume mit langen Hacken, oder auch, unten am Boden, mit Hebel nach, so daſs sie desto leichter aufsteigen. Zuweilen kann man sich auch zur Auftritzung der Tragbäume oder Scheeren, einer leicht beweglichen und auf der Baustelle im Gebrauch seyenden Ramme bedienen: indem man ihren Trietzkopf oder die Tritzrolle, mittelst welcher die Rammpfähle aufgezogen werden, zum Aufziehen der Scheeren benutzt.

§. 100. Bey den Flaschenzügen wird, sobald groſse Lasten gehoben oder gezogen werden sollen, faſst immer das *Rad an der Welle*, das ist der *Hornhaspel a*, Fig. 2 Tab. 54, der *Kreutzhaspel* Fig. 2 Tab. 82, das *Seilrad P*, Fig. 33 Tab. 83 oder der *stehende-Haspel*, das ist die *Erdwinde*, ferner das *Trett*- oder *Laufrad a* Fig. 46

*) Da es das Zugmanöver erleichtert, wenn sich der obere Kloben drehen kann, so ist die Vorrichtung Fig. 15 und 26 Tab. 54 mit dem Seite 205 beschriebenen Halteisen sehr gut und ich habe es mit Nutzen gebraucht.

Tab. 84. oder das *sproſsen*- oder *zugrad b c* Fig. 55 und 56. gebraucht. Des letztern hat sich Perronet zum Bau der Brücke von Neuilly bedient; siehe Tab. 118. des dritten Bandes. Es war 18 Schuh im Durchmesser, und hatte einen 4 Zoll dicken Kranz. Das Traggerüste oder der Untersatz stand auf Rollen, um die ganze Maschine leicht transportiren zu können. An jedem der zwey Sproſsenräder zogen zwey Mann, und die vier Mann hoben Steine von 5000 Pfund schwer. War der Stein gehoben, so lieſs man die Räder rückwärts, und den Stein auf ein Lager, woran eine Planke schräge gelegt war. Von diesem Bock glitt der Stein auf das für ihn bestimmte Lager, in welches er, mittelst zweyer Wagenwinden und Hebel, aufs genaueste eingelegt wurde. Damit man aber die Steine bald in ein hoch, bald in ein niedrig liegendes Lager senken konnte, so waren für die Tragbalken, worauf der Bock *a* stand, in beyden Seitenständern des Untersatzes Falze eingehauen, wodurch hölzerne Nägel gesteckt wurden. Auf diese Weise konnten die Tragbalken hoch und niedrig gelegt werden. Ein anderes Hebezeug oder Krahnen, dessen Grundriſs Fig. 18. Tab. 84.), die Seitenansicht Fig. 53., und dessen Ansicht von oben genommen Fig. 54. darstellt, dreht sich um den Zapfen *a*. An den Zugrädern dieser Hebmaschine, die 12 Fuſs 3 Zoll im Durchmesser hatten, zogen zwey Mann.

Der mit einem 12 Schuh im Durchmesser habenden und 3 Schuh breiten Trettrade *a* versehenen *Krahnen* (Fig. 48 bis 51. Tab. 84.), dessen Krahnbaum (*Schnabel* auch *Krahnbacke* genannt), 50 Fuſs lang war, ist beym Bau der Brücke zu Orléans gebraucht worden. Die Hälfte des Grundrisses stellt Fig. 49.; zwey Horizontalschnitte sind in Fig. 50 u. 51. gezeichnet, und der Verticalschnitt Fig. 47. — stellen Maschine deutlich vor. Sie dreht sich nämlich auf den Queerriegel Fig. 51., wo die runde Drehscheibe angedeutet ist. Das Zugseil läuft von der 12 Zoll starken Radwelle über vier Leitrollen, und hängt in *b c* nieder.

Der Fehler, welchen diese zwey Krahnen haben, nämlich: daſs ihre Leitrollen nur 12 Zoll groſs, also zu klein sind, hat man beym Bau der Schleuse zu Havre Tab. 71. Fig. 8 und 12. vermieden, indem die dort gebrauchten Krahnen, Rollen von 4 Schuh im Durchmesser, haben. Die Zugräder sind 12 Schuh groſs, und werden von drey Mann herum gezogen. Die Drehung der Maschine geschieht aber auf $\frac{2}{3}$ der Höhe ihres Untersatzes. Dergleichen Hebmaschinen können auch nach der in Fig. 31 und 32. Tab. 83. gezeichneten Art gemacht, und bloſs mit einem Kreutzhaspel *a* bewegt werden, indem das Zugseil über die Rollen *b* und *c* läuft, und sich auf die Welle *a* aufwickelt.

Die *Krahnen* sind deswegen als Hebezeuge so bequem, weil sie dergestalt eingerichtet werden, daſs man ihren Obertheil herum drehen, folglich die Last daselbst herablassen kann, wo man will. Bey diesen zwey Krahnen geschieht die Drehung in *x*, nämlich um den Hauptständer oder die Tragsäule. Der Zapfen, um welchen die Drehung geschieht, kann Eisen, und die Hülse Glockenspeise seyn, jedoch müssen beyde

wie bey den Schleusenthoren, convexe Oberflächen haben. Statt des Metalls kann man Buxbaum, Ahorn und Bockholz dazu anwenden, und dasselbe in das Holzwerk einlassen. Jedoch mufs es vorher gleichfalls an den Oberflächen rund gedreht, und in Oehl 30 Minuten über gesotten seyn, wo es alsdann fast so lange als Metall ausdauert. Diese Holzgattungen in Oehl gesotten, habe ich selbst zu Unterlagern bey Maschinen, wo die Räder eiserne Zapfen hatten, angewendet, wenn sie zuvor 30 bis 50 Minuten, je nach der Holzstärke, in kochendes Oehl gelegen waren. Nach mehrern Monaten Gebrauch fand ich sie gar nicht abgeschliffen, wo doch die Metall-Lager, bey ähnlichen Rädern, viel verloren hatten. *) Selbst bey grofsen Mühlen wird festes Holz zu den Zapfenlagern gebraucht, wozu man auch Haimbuchenes anwendet.

§. 101. Da die Krahnen zum Ausladen der Waaren sehr vortheilhaft sind, so sollte man sie, da, wo vieler Schiffsverkehr ist, an den Aus- und Einladeplätzen nicht vergeblich suchen, und nie die kostbaren Ausladungsarten, durch den Transport der Waaren über Walzen, antreffen.

Zu den bequemsten zur Ausladung der Waaren aus den Schiffen dienenden Hebmaschinen kann man diejenigen zählen, welche in den englischen Häfen, und vorzüglich in Liverpool, gebräuchlich, und die in dem recueil de divers mémoires par *le sage* I. P. p. 122. beschrieben sind. In diesem Theile findet man auch die englischen grofsen Waagbrücken genau in Kupfern dargestellt. Auf der 7ten Kupfertafel ist die bey Birmingham angelegte Waagbrücke zu sehn, nach welcher man vor einigen Jahren die bey den Mauthallen in *Baiern* etablirten Waagebrücken eingerichtet hat.

§. 102. Wird ein Holzgestelle zur Anbringung eines Tackelfalls, wie Fig. 1 u. 2. Tab. 82., zeigt, gebraucht, so heifst dasselbe ein *Hebebock*. Hat derselbe zwey Kreutzhaspel und vier Scheeren, so nennt man ihn einen *doppelten Hebebock*. Auf der horizontal liegenden Welle wickelt sich das Zugseil auf, und so wird die an der schwebenden Flasche befestigte Last aufgezogen. Bey der Anwendung aller dieser Maschinen zum Bauwesen, ist der Umstand zu berücksichtigen: dafs man die grofsen *Werkstücke* nur selten mit Seile umschlingen kann. Es werden daher in der Oberfläche des Werkstückes Oeffnungen gemacht, worin eine von Eisen verfertigte Zange oder Klaue L, Tab. 83. Fig. XXXIII., gesteckt wird, deren obere Arme sich beym Anziehen des Flaschenzuges nähern, folglich werden die untern Arme an die Seiten der in das Werkstück gemachten Oeffnungen angeklemmt, sobald man das Zugseil des Flaschenzuges anzieht. Wie übrigens diese Hebmaschine eingerichtet ist, zeigt die angezogene Figur deutlich. Besser noch als diese Klaue ist aber der ganz aus Eisen bestehende *Trage-* oder *Steinkrampen* (*Festhalter* oder *Zwinge*) Fig. XXX. B., welche

*) Sollen dergleichen grofse Hebmaschinen oftmals transportirt werden, so müssen Rollen oder kurze Walzenräder darunter angebracht werden, die aus dem härtesten Holze bestehen, und vor dem Gebrauch 1/2 Stunde über in Oehl gesotten seyn müssen.

in eine in das zu hebende werkstück gemachte vertiefung paſst. Dieser krampen besteht 1) aus dem griff oder tragbügel *m*, *d*, *l*; 2) dem kopfnagel *c b*, durch den bey *m* ein spließs gesteckt wird; 3) aus den drey auf den nagel aufgesteckten 1½ zoll dicken, ⅝ zoll breiten stücken 1. 2. 3. Von diesen ist das mittlere keilförmig, unten nur ½ zoll breit, aber auch 1½ zoll dick. Die zwey seitenstücke treten unten mit einer runden ausbiegung einen zoll seitwärts, weshalb in den stein die oeffnung ½ zoll seitwärts weiter als oben ausgehauen wird. Soll nun der steinkrampen in das werkstück eingesetzt werden, so schiebt man erst die zwey seitenstücke 1. und 3. in den stein; zwängt mit einigen hammerschlägen das mittlere oder keilstück 2. dazwischen; dann aber wird der tragbügel angelegt, und durch diesen sowohl, als die drey stücke 1. 2. 3., der kopfnagel *c b* durchgesteckt, und das spließs *m* wird durch diesen nagel geschoben. Endlich wird der zwischen den endestücken 1, 3. gebliebene raum *e e* mit sand ausgefüllt, und der tragebügel *d* mit dem flaschenzuge, mittelst der kette, in verbindung gebracht, wie dieſs die XXX. figur zeigt. Dieser vorrichtung habe ich mich mit dem besten erfolge, und unter andern bey der aufführung der pfeiler des landshuter-wehres (s. tab. 101.) bedient. *)

Zur aufhebung von steinen werden auch die *hebekeile b*, *c* (tab. 100. fig. XXX.) und die erdwinde *h* angewendet. In dem zu hebenden steine *a* wird zuerst der keil *c*, welcher mit dem zugseile *e*, vermittelst der kette *f*, verbunden ist, in ein 9 zoll tief und 3 zoll weit gebohrtes loch, eingesteckt. Dieses keiles eine hälfte ist nach der wand der bohrlöcher, also halbzylinderisch, und die andere schräg und glatt geformt. Längs diesem keil wird der in einer von der stange *d d* auslaufende treibkeil *b* in den übrigen theil des bohrloches eingetrieben, und beyde keile umwindet man bey *g* mit einem seile. Jetzt wird die erdwinde *h* in bewegung gesetzt, der stein herauf gezogen, und die keile heraus genommen. Diese von *Thunberg* bey *cralscrona* angewendete methode ist derjenigen, in der note s. 204. beschriebenen, ähnlich, die *smeaton* beym leuchtthurm auf *Edystone* gebrauchte.

§. 103. Ueber die flaschenzüge will ich hier den umstand bemerken: daſs, wiewohl die sogenannten *rollenzüge* oder solche flaschenzüge, worin die rollen über einander stehen, vor den flaschenzügen, bey den die rollen neben einander liegen, einige mechanische vortheile haben; und mancher vortheil ausser den §. 98. angeführten, auch darin bestehet, daſs die um die rollen gehenden seile sich nicht so stark biegen dürfen, folglich einen geringern widerstand äussern, so haben sie dennoch in praxis den wesentlichen nachtheil, daſs sie eine zu groſse höhe einnehmen, wenn mehr als zwey rollen unter- und übereinander angewendet werden müssen.

*) Wenn sehr schwere Werkstücke aufgezogen werden, so muſs man zwey Steinkrampen einlassen, um das Werkstück wagerecht aufzuziehen, und es ist dann darauf zu sehen, daſs die Vertiefungen so ausgetheilt werden, damit der Stein horizontal hängt.

Es fallen daher die Richtbäume oder Hebeböcke, an welchen man sie anbringt, sehr hoch aus. Da, wo man also mit wenig Rollen die Last heben kann, ist es besser, sich solcher Flaschen, in denen die Rollen übereinander stehen, zu bedienen, zu sehr schweren Lasten aber die Flaschenzüge mit zweyen oder mehrern Rollen neben einander zu gebrauchen.

§. 104. Da wir zu den Hebmaschinen so oft das Rad an der Welle anwenden müssen, wie z. B. Fig. XXXI. und XXXII. Tab. 83. zeigen, so will ich darüber hier folgenden statischen Satz anführen: Im Stande des Gleichgewichtes verhält sich nämlich 1) die Kraft zur Last, wie der Halbmesser der Welle zur senkrechten Entfernung ihrer Axe von der Richtung der Kraft. 2) Die Summe des mit der Richtung der Last parallelen Lage entstandenen Druckes der Zapfen von der Welle, ist der Last des Products aus der Kraft des Cosinus des Winkels, welchen ihre Richtungen miteinander machen, gleich. 3) Die Summe des Druckes der Zapfen in einer auf die Richtung der Last senkrechten, oder, wenn diese lothrecht ist, horizontalen Lage genommen, ist der Kraft multiplicirt mit dem Sinus des Winkels, den sie mit der Richtung der Last macht, gleich. 4) Die Drückungen der Zapfen liegen nur in dem Fall in einer Ebene, wenn die Kraft und der Widerstand in einer auf die Axe der Welle senkrechten Ebene, oder wenn ihre Richtungen parallel sind. 5) Wenn die Kraft und der Widerstand, oder die gesammte Last parallele Richtungen haben, so sind sie dem gesammten Druck der Zapfen gleich, und der Druck eines der Zapfen auf seine Unterlager, erhält man, wenn die Kraft und der Widerstand, jede in ihre Entfernung von der andern Unterlage (auf der Axe gemessen) multiplicirt, und die Summe des Products durch die Länge der Axe dividirt wird.

§. 105. Zur Aufhebung grofser Werkstücke oder Lasten bedient man sich auch der gezahnten Räder und der Schraube ohne Ende. Die Figuren XXVI., XXVII und XXVIII. Tab. 83., stellen eine solche, von dem Mechanicus *Linderer* in *Wien* gemachte *Zug-* und *Hebemaschine*, die ich unter meiner Sammlung von Maschinen habe, dar.

Diese aus Eisen gemachte Maschine besteht aus einer acht Zoll im Durchmesser habenden *flachen Schraube* ohne Ende *h* *) mit doppelten Gängen, welche von zwey bis vier Mann, je nach der Schwere der zu hebenden Last, mittelst der Kurbel *k* umgedreht wird. Diese greift in das Stirnrad *f* ein, auf dessen Welle ein Getriebe *g* steht, welches das Stirnrad *c*, mithin die Zugwelle *b*, worauf sich das nach einem Flaschenzuge gehende Seil *a* aufwindet, in Bewegung setzt. **) Da die Zugwelle

*) Die Schrauben, welche parallelepipedaische Windungen haben, heissen *flache Schrauben*, die andern aber, deren Windungen keilförmig sind, werden *scharfe Schrauben* genannt.

**) Wenn man sich anstatt der Schraube des Getriebes oder eines gezahnten Rades bedient; wenn überhaupt die Zähne eines Rades in die eines andern, oder in ein Getriebe eingreifen, so mufs die Form der Zähne weder eckig, noch nach einem Zirkel abgerundet seyn, und die Getriebe nicht aus cylindrischen

17 Zoll im Durchmesser grofs, und das Räderwerk der Maschine dergestalt eingerichtet war, so dafs diese Welle bey 106 Umdrehungen der Kurbel einen Umlauf macht, so geht die Aufwicklung des Seils, folglich die Aufziehung der Last so langsam, dafs in der Stunde kaum 70 Schuh Seilende aufgewickelt wird. Es wird daher die Last bey zwey Rollen in jeder Flasche nicht über 17 Schuh hoch in der Stunde gehoben. Man sollte daher den Durchmesser der Zugwelle wenigstens um das doppelte vergröfsern. Dabey ist jedoch die Einrichtung zu treffen, dafs das eine Seilstück abgewickelt, und in der Nähe der Maschine gelegt wird, wenn das andere sich aufwindet, weil sonst zu viel Seil auf die Welle kommen würde. Mit der Welle mufs aber eine solche Vorrichtung verbunden seyn, dafs sie auf die Arme des ersten

Triebstöcken bestehen, weil dadurch die Reibung nicht auf den möglichsten Grad vermindert wird, wohl aber die Zähne und Triebstöcke abgeschliffen werden. Es ist dieses jedem Beobachter eine bekannte Sache, denn er darf nur in eine Mühle eintreten, die ein neues gewöhnliches Räderwerk hat, und er wird gleich das *heftige Reiben* der Maschine, das ist, der Triebstöcke und Kammzähne aneinander, hören. Kömmt er nach einiger Zeit wieder in diese Mühle, so hört er das *Schlottern* der Räder: nämlich die Getriebe und die Zähne sind abgeschliffen, zwischen beyden ist daher ein Raum entstanden. Nicht allein, dafs dieses Abschleifen ein schnelles Erneuern der Zähne und Triebstöcke nothwendig macht, sondern, dafs die Maschine niemals einen sanften und gleichförmigen Gang erhält; daher eine gröfsere Anwendung von Kraft erfordert, sonach den befsten ökonomischen Effekt nicht leisten kann. Ja! bey den mehresten Mühlen in Teutschland rundet man nicht einmal die Zähne der Räder ab, sondern läfst sie eckig, wo sie sich dann nach mehrern Monaten bis so weit sie die Triebstöcke berühren, nach einer krummen Linie, welche der Cycloide zum nächsten kömmt, abschleifen, wenn sie zuvor die Triebstöche fast zur Hälfte abgerissen haben. Dann aber füllen sie, wie gesagt, den Zwischenraum, zwischen den Triebstöcken, nicht mehr aus, und es entsteht in dem Gange der Maschine ein Schlottern, d. i., ein unregelmäfsiger Gang. Die angulären Räder — das sind solche Räder, deren Zähne wie in Fig. 22. Tab. 89. geformet werden, greifen aber unter allen Winkeln dergestalt in einander, dafs die Reibung der Zähne von je zwey Rädern die möglichst geringste ist. Sie sind daher die befsten! Die Zähne derselben sind nämlich Ausschnitte von der Oberfläche eines Kegels, folglich wälzen sich dieselben über die, gleichfalls mit solchen Zähnen versehenen Getriebe, oder über andere mit solchen Zähnen versehenen Räder, ohne eine merkliche Reibung und aller Klemmung weg. Es sollten daher dergleichen Zähne nicht nur zu allen Hebemaschinen, sondern auch zu Mühlen, Hammerwerken; kurz zu allen Maschinen, bey denen ein gleichförmiger Gang statt finden soll, und an welchen die Zähne nicht sehr klein sind, angewendet werden.

Ich kann mich hier, über diese von so wichtigem Einflusse auf das gesammte Maschinenwesen seyende, Materie, nicht weiter verbreiten, und wünsche, dafs dieses Gesagte eine Veranlassuug seyn möge, so viel als möglich, die Triebstöcke aus den Maschinen zu verbannen, die Getriebe nur so auszuzähnen, wo möglich aus der sogenannten Glockenspeise oder Bronze, die in 1/5 Zinn und 4/5 Kupfer besteht, und wenigstens den Rand der Kammräder mit den Zähnen, oder Beydes, aus Eisen bestehen zu lassen. Will man aber die grofsen Stirnräder und Drehlinge oder Getriebe aus Holz machen, so sollten die Zähne und Triebstöcke doch in kochendes Oehl 30 bis 50 Minuten liegen, um dauerhaft und glatt zu seyn.

Abgerundet sollten indessen die Zähne aller Räder wenigstens seyn, welches die gesunde Vernunft gibt. Doch diese wird so selten als Führerin angenommen, und die Müller sind mit allem Zureden, mit allen Demonstrationen nicht dazu zu bringen, nur runde Zähne nach derjenigen Form, nach welcher, die Zähne des gehenden Werkes, in einigen Monaten, abgeschliffen werden, zu machen. Um diese

stirnrads auf- und abgeschoben werden kann, damit, wenn die Last in die Höhe gezogen ist, die Welle für sich herumgedreht wird, wenn gleich ihr Zapfen ruht. Mit Hülfe dieser Einrichtung, welche ich bey der Ausübung bereits angewendet, und die ich bey den Ramm-Maschinen deutlicher beschrieben habe, läfst sich das Zugseil schnell abwickeln. Die Welle mufs daher auf ihre Axe beweglich seyn, und durch die eisernen Arme des ersten Stirnrades mögen eiserne Schrauben gehen, die in Muttern, welche in dem Rande der Welle befestiget sind, eingreiffen, oder es mögen vier Arme eines eigens dazu gemachten eisernen Scheibenrades, welches auf der Welle des letzten Stirnrades, zwischen demselben und der Welle, steht, in die eisernen Schienen der Welle eingeschoben werden, welche Einrichtung der in Fig. 5. Tab. 83. dargestellten Anschiebung der Welle, in etwas ähnlich ist, nur dafs sie voll-

Form zu erfahren, habe ich aus mehrern Kornmühlen, abgeschliffene Zähne genommen, und bey ihnen eine auf folgende geometrische Art zu construirende Linie (als ein Mittel) gefunden. Die abgeschliffenen Radzähne sind (ausserhalb dam Kranz des Rades) 1/4 höher als breit, das ist $ab = 3/4\ bc$, (Fig. 50. Tab. 89.), und werden gewöhnlich viereckig, wie *abcd* zeigt, gemacht. Sie der Abschleifung gemäfs zu construiren, mufs die Höhe *bc* in vier gleiche Theile getheilt, und von *i* nach *d* aus *x* ein Bogen beschrieben werden. Es ist nämlich $id = dx = ix$. Diesen Bogen theile man in drey gleiche Theile, und beschreibe mit einem Theil aus *y* den Bogen *d2*, so ist die krumme Linie *d21*, diejenige, welche der Zahn haben mufs.

Da diese Verbesserung der Zähne bey Kornmühlen, die gutes Mehl fördern, das ist, einen regelmäfsigen Beharrungsstand haben sollen, nothwendig ist, so wäre zu wünschen, dafs man wenigstens dieselbe bey denen dem Staate zugehörigen, einführen möge, zumal man so viel über Holzsparung schreibt, und über Holzverschwendung schreyt, und überdies nur gutes Mehl erhalten werden kann, wenn der Mühlstein einen gleichförmigen Umlauf macht, das ist, wenn bey der Maschinerie einer Mühle ein Schlottern der Zähne und Getriebe nicht wahrgenommen wird. Dafs das jetzige gehende Werk der Mühlen viel Holz wegnimmt, darüber ist man wohl so ziemlich überall einig!! Ein anderer wichtiger Umstand bey allen Maschinen ist die Verminderung der Reibung der Zapfen auf ihr Lager. Wodurch der Widerstand des Hauptrades und des gesammten Räderwerks der Maschine, oder das statische Moment verringert, also die lebendige Kraft vermehrt wird. Dieses zu bewirken, mufs man a) dem Zapfen einen so geringen Durchmesser als nur die Festigkeit der Maschinerie gestattet, geben; derselbe wird, selbst bey den grofsen Wasserräder habenden Panstermühlen, nicht über 2 1/2 Zoll stark seyn dürfen; wiewohl die Stärke gewöhnlich 5 bis 6 Zoll beträgt. b) Dafs man rund um die Zapfen Walzen 1/3 der Dicke des Zapfens im Durchmesser, und etwa einen bis zwey Zoll kürzer legt. Dieselben dürfen aber nicht in eigenen Zapfen sich drehen, sondern sie müssen frey liegen. Sie laufen um den Zapfen herum, und auf zweyen Walzen ruht der Zapfen. Ich habe in Wien diese Einrichtung bey einer grofsen *Calander* (es waren zwey aus Papiermaschée gemachte grofse Cylinder, zwischen denen man die Zize glatt machen liefs) gesehen, wobey die Kraft um 3/5 gegen eine andere Calander, woran sie fehlte, verstärkt war. Man sollte dafür halten, dafs die oben angegebenen, um die Welle zu legenden Walzen, welche zwischen sich noch 1/2 Linie Spielraum haben müssen, vor dem Zapfen der Maschine über das Unterlager hinaus geschoben werden: dies ist aber nicht der Fall. Damit sie aber nicht zu weit vorgleiten, wird vor denselben ein Eisenblech geschraubt, an welches für den Wellzapfen eine Oeffnung bleibt, damit derselbe an diesem Blech keine Reibung verursache, und dann wird oben durch eine in die Walzen aufgebende Büchse, von Zeit zu Zeit, Oehl getröpfelt. Bey denen Maschinen, die einen schnellen Umlauf haben, wird sich jedoch diese Einrichtung nicht bewerkstelligen lassen: denn die Abnutzung der Walzen dürfte sehr beträchtlich seyn, und ist diese erfolgt, so entsteht ein Schlottern. Diese Bemerkung hindere aber nicht an der Anstellung der Versuche im Grofsen.

kommene sicherheit gewährt, welche beym Aufziehen schwerer Lasten nothwendig wird. Dieserwegen sind bey *l* und *d* auf der welle zwey sperrräder angebracht, worin die sperrhacken *m* einfallen. Das Räderwerk, so wie die zapfen, bestehen aus Eisen, die zapfenlager aber aus einer composition von kupfer und Messing.

Wollte man die wirkung dieser Heb-Maschine berechnen, d. i. die kraft angeben, welche gebraucht wird, um mit ihr die bestimmte Last zu heben, oder wie viel zwey bis vier Mann aufheben können, so mufs man die steifigkeit des zugseiles auf die zugwelle und über die Rollen; ferner die Reibung zwischen dem zahne und Getriebe, so wie die reibung der schrauben und der widerlagen vor den zapfen, endlich die kraft eines tüchtigen an der kurbel drehenden Arbeiters kennen. Welches erstere alles nur durch jedesmalige versuche ausgemittelt werden kann: denn anders ist dieser gesammte widerstand bey schweren, als bey leichten Lasten, da ein stark gespanntes seil einen andern widerstand, in Hinsicht seiner Biegsamkeit, ausüben wird, als ein weniger gespanntes. Mit dieser maschine haben vier Mann, ohne die mindeste Anstrengung, 400 centner aufgehoben, und es können auf den Mann 120 centner gerechnet werden.

Ehe ich zu den übrigen Heb-Maschinen übergehe, so will ich noch den bey schrauben anwendbaren statischen satz auf diese Einrichtung anwenden. Es verhält sich nämlich bey den schrauben die kraft zur Last, wie die Höhe des schraubenganges zum umfang der spindel. Nun wirkt aber hier die kraft an der kurbel, folglich tritt der von ihr beschriebene kreis in die stelle des umfangs der spindel. Sonach wird die Last am zahn des erstern stirnrades (nach den Maafsen der Maschine) um $\frac{3}{4}$ verringert.

§. 106. Wenn man nicht sehr schwere, d. i. nur Lasten bis 250 centner zu heben hat, so kann man die schraube entweder auch oberhalb des stirnrades oder darunter, ja auch seitwärts anbringen, und das stirnrad gleich auf die zugwelle legen. Wiewohl bey dieser Einrichtung 1) eine gröfsere kraft als bey der beschriebenen maschine angewendet werden mufs, so kann sie doch zuweilen den vorzug verdienen. Es verhält sich nämlich ad 1) die am ersten Umfange des Rades nach einer Tangente wirkende kraft zu der am umfenge des letzten Rades angebrachten Last wie das Produkt aus den Halbmessern des Getriebes zu dem Produkte aus den Halbmessern des Rades, ad 2) weil die Anzahl umgänge des *letzten* Rades gegen die des ersten (das erste Rad ist dasjenige, worauf die die Maschine in Bewegung setzende kraft wirkt) erhalten wird, wenn man die Anzahl der zähne aller Räder multiplicirt, die Anzahl aller Triebstöcke oder Getriebezähne gleichfalls; das erste Produkt aber durch das letztere dividirt. Hat man nun die Anzahl umgänge des ersten Rades in einer gewissen zeit beobachtet, so läfst sich die zahl umgänge des letzten Rades in eben dieser zeit bestimmen, und je geringer die Anzahl der zähne oder der Triebstöcke von den Trillingen gegen die Anzahl der zähne in den Rädern ist, desto mehr umgänge

macht das letzte Rad der Maschine in der Minute. Sätze, welche auf alle Maschinen anwendbar sind.

§. 107. Die *Schraube* ist zur Aufhebung grofser Lasten aufserordentlich nützlich, (wenn man nicht das Aufheben in kurzer Zeit bewirken mufs) weil mit einer geringen Kraft grofse Lasten gehoben werden können. Wird die Schraubenmutter durch Hebel herumgedreht, so ruht darauf die Last wie Fig. 27 Tab. 84 zeigt.

Die *Flachen - Schrauben* werden, wegen der Haltbarkeit der Schraubengänge, fast immer von Metall oder Eisen gemacht, so wie auch die Schraubenmutter. Zu den scharfen Schrauben gebraucht man des festen Holzes, wenn sie grofs sind *), sonst aber auch Metall.

Ist die Schraubenmutter fest, so mufs die Spindel gedreht werden, wie dies vorher gezeigt ward, um zu steigen, d. i. um Lasten zu tragen; oder um zu senken, d. i. um nach unten zu pressen. Auch kann sich ein Seil auf einen glatt gelassenen Theil der in einer Pfanne stehenden Schraube aufwickeln, und dann dient die Schraube als Zugmaschine. Der Hebel, welcher an der Spindel oder an der Schraube befestigt wird, heifst der Prefsbaum.

§. 108. Es kann ferner die Kraft an der Schraubenspindel angebracht, und die Last auf der Schraubenmutter ruhen; wie dies der Fall bey dem sogenannten *Schraubensatz* (Fig. 12. Tab. 89.) ist, wobey zwey *Spindeln a* und *b*, zwey Schraubenmuttern haben, die aber in einer gemeinschaftlichen Scheibe *c* angebracht sind, welche Schrauben mit den Hebeln oder Prefsbäumen *e* umgedreht werden. Des Schraubensatzes bedienen sich vorzüglich die Zimmerleute, um Häuser aufzuschrauben und Stützen etc. an Häuser anzubringen. Man kann dieselbe natürlich auch zur Haltung schwerer Gerüste bey Wasserbauten aller Art und bey Lehrbögen, so wie auch zur Geraderichtung übergebogener Mauern und Balkenwände gebrauchen. Die Schrauben dazu sind ge-

*) Die eisernen Schrauben werden mittelst eisernes Schneidezeuge geschnitten. Zu Verfertigung der hölzernen bedient man sich folgendes Schneidezeuges Fig. 21. Tab. 89. Dasselbe besteht aus einem von Weifs- oder Hagebuchen gemachten Mutterblock *a b*; aus dem darin befestigten Geisfufse oder dem Schneideeisen *c*, (Fig. 18 und 19) welches die Schraubenwindung schneidet. Die Mutter *c g* wird aber selbst erst mit einem gut gestählten *Kloben* (Bohrer) Fig. 20 ausgebohrt. Hierbey wird folgendermafsen verfahren: nachdem in dem Block *a b* mit einem gewöhnlichen Bohrer ein Loch ausgebohrt ist, dessen Weite dem Abstande *h i*, zwoer Kerben, gleich ist; so wird der Kloben in dasselbe gesteckt, wobey es sich versteht, dafs des Klobens Zacken *a a* (Fig. 20) die beabsichtigte Schraubenlinie formiren. Damit die mittelst des Hin- und Zurückdrehens des Kolbens ausgehobene Spähne Platz finden, so sind die vier Mittelfelder *b* des Kolbens vertieft.

Ist nun eine Schraubenspindel zu schneiden: so wird das zur Schraube dienende walzenförmig gedrehte Holz in das Schneidezeug, zwischen *n o*, eingesteckt, worin es genau einpafst. Dieses letztere wird dann herumgedreht und so schneidet das Schneideeisen *c* die Schraubengänge aus. Damit aber die Schraube stets vertical geht, dazu dient die im Schneudezeug befindliche Mutter *c g*, welche vorher mit etwas Seife bestrichen seyn mufs. Die vom Schneideeisen ausgeschnittenen Spähne fallen aber aus einer zwischen *f f* angegebenen Oeffnung heraus, die vor dem Schneideeisen steht.

wöhnlich von Holz, sechs bis neun Zoll dick. Sie sollten vom härtesten Holze gemacht, und gleich wie die Rollen, 30 Minuten über in Oel gesotten werden, damit sie glatt bleiben und fester als das natürliche Holz werden. Ein gleiches gilt von den hölzernen Schraubenmuttern. Auch sollten diese von anderm Holze, als die Spindel seyn, um die Reibung zu vermindern. Gewöhnlich wird aber die Schraube öfters mit grüner Seife oder Unschlitt geschmiert. Ein Verfahren, welches auch bey allen Seilen, die über Rollen laufen, von Nutzen ist.

§. 109. Zur Aufhebung schwerer Lasten bedient man sich ferner der Walze und des Keils. Es ist der Gebrauch davon leicht einzusehen.

Aber auch die festliegende schiefe Fläche und die Walze wird dazu angewendet; indem man durch diese Hebel steckt und den die Last tragenden Balken (Streben) auf ein Stuhlgerüste stellt, worin die Walze läuft. Zwey solche Walzen sind indessen erforderlich, damit die an den Hebeln angestellten Arbeiter wechselsweise die eine oder andere Walze herumbewegen. Doch diese ganze Vorrichtung dient nur vorzüglich dazu: schief gewichene Mauern — mittelst des Strebebalkens und einer oben an demselben oder an mehrere solche Streben angebrachten Querbalken, die längs der Mauer liegen — wieder in die verticale Richtung zu bringen.

§. 110. Lasten können zuweilen mit dem Druckhebel Fig. 42. Tab. 89. aufgehoben oder fortgezogen werden. Man sieht sogleich aus der angezogenen Figur, daſs der Hebel *a b* die zwo Druckhacken *g* und *p* niederdrückt und das mit Zähnen versehene eiserne Rad *c d*, folglich auch die Zugwelle *h* herumbewegt. Auf diese Welle wickelt sich das an die zu hebende Last *l* festgemachte Seil *p* auf. Wie die eisernen Kerben *e e* des Rades und die darüber zu legende eisernen Platten *f f* beschaffen seyn müssen, ist gleichfalls aus der Figur ersichtlich. Diese Maschine wird an einem gerammten Pfahle *i* festgebunden und von zweyen oder mehrern die Stangen *h* herunterziehenden Arbeitern in Bewegung gesetzt und erhalten.

§. 111. Was nun ferner die Anwendung der Schraube zur Hebung der Lasten anbetrifft, so kann ein Getriebe mittelst eines Hornhaspels oder eines Trettrades in Bewegung setzen, welches ein Stirnrad umtreibt, an dessen Welle eine Schraube befindlich ist. Die 29te Figur Tab. 89. zeigt dies deutlich.

§. 112. Wenn man auf den Kranz eines Rades eiserne Gabeln, in Form eines *y*, setzt, über dieselben eine Kette ohne Ende legt, die zugleich auf eine isolirte, auf einen Bock stehende, gleichfalls mit Gabeln versehene, Welle läuft, und das Rad mittelst einer Kurbel herumdreht: so geht auch die Welle herum, und das Zugseil, welches die Last aufzieht, wickelt sich auf dieselbe auf. Solches Rad kann auch an den Seiten mit Sprossen versehen, d. i. ein Zugrad, oder auch ein Laufrad und Trettrad seyn. Ja, es kann mittelst eines Vorgeleges, das mit einem Getriebe und an dessen Seiten angebrachten Zähne mit einem Pferdegöpel oder der stehenden, mit dem Getriebe versehenen Welle, in Bewegung gesetzt werden.

§. 113. Zur Hebung kleiner Lasten dient die allgemein bekannte *Wagenwinde* (Tab. 89. Fig. 35. und 39.), ohne die kein Güter-Fuhrmann sich auf den Weg begiebt. Die erstere Figur stellt die Wagenwinde von Aussen, und die letztere von Innen vor. Es wird dabey die gezahnte Stange *d* vermittelst des durch die Kurbel *a b* in Bewegung gesetzten Getriebes *c* in die Höhe geschoben, und die mit ihrer Klaue an die zu hebende Last angesetzt wird. Ausserhalb auf dem von Holz bestehenden Gehäuse sind Sperrhacken *a* und *f*, so wie ein auf die Welle des Getriebes stehendes Sperr-Rad *g* angebracht, um die gezahnte *d* in dem gegebenen Stand zu erhalten. Wenn ein Stirnrad *a b* (Fig. 10. 11.) und zwey Getriebe *c* und *d* angebracht werden, um die gezahnte oder *Hebestange* in Bewegung zu setzen, so heiſst diese Winde eine *Doppelte-Wagenwinde.*

Die Winde habe ich auch, vorzüglich zur Aufhebung groſser *Schütze*, auf folgende Weise eingerichtet. Die gezahnte Stange *a b* (Tab. 89. Fig. 41.) wird mittelst des Getriebes *l* in Bewegung gesetzt, welches vorher seine Bewegung von der Schraube ohne Ende *c*, indem dieselbe in die Zähne des mit dem Getriebe *l* auf einer gemeinschaftlichen Welle stehenden Stirnrades *d d* greift, erhält. Die Kurbel *e g* sollte bey der jedesmaligen Operation oder Aufziehung der Schütze auf eine Schraube in *e* geschoben werden, damit sich Niemand unterfange, die Schütze zu ziehen. Wenn aber die Kurbel nur auf die Welle des ersten Getriebes, hier auf die der Schraube, aufgesteckt wird, wo also dieses Getriebe mittelst einer Zange umgetrieben werden kann, so ist dabey ein Unfug zu befürchten. Insofern diese Einrichtung zur Aufziehung einer Schütze bestimmt ist, dann endiget sich die gezahnte Stange *a h* oben bey *h* mit einer Schärfe. Zur Aufhebung von Lasten muſs sie sich aber nach beyden Seiten krümmen, wie Figur 35. zeigt. Dieses Zug- oder Hebewerk besteht ganz aus Eisen und wird mit Eisenblech, wie die Blätter *i i i* zeigen, gedeckt. *k* ist die Oeffnung in der obern Decke, wodurch die gezahnte Stange, *a b h* geht. *A* ist der obere Riegel der Schützöffnung oder eines Stemmschleusenthores, worauf das Heb- oder Zugwerk steht. Und *B* das Aufziehschütz selbst.

Eine ähnliche, aber einfachere Einrichtung zum Heben von Lasten oder zum Aufziehen der Schütze ist die Tab. 89. Fig. 36. und 37. gezeichnete. An einer Schraube *e f*, die in *f* sich bewegt und auf einen Riegel *h* ruht, ist ein gezahntes Rad *A* angebracht. Dasselbe wird von der Schraube ohne Ende *c* mittelst der Kurbel *a b* herumgetrieben; folglich wird auch die die Axe dieses Rades machende Schraube *e f* herumbewegt, welche auch doppelte Gänge erhalten kann, um das Aufziehen der Last, hier der Schütze *k i*, zu beschleunigen. An das Schütz ist ein Eisenblech *l l* befestiget, woran die Schraubmutter *g* fest ist, die folglich auch das Schütz auf und nieder bringt, je nachdem die Kurbel *a b* herumgedreht wird.

Eine ähnliche Einrichtung kann der Wagenwinde gegeben werden: man läſst nämlich die Stange aus einer flachen Schraube *c* (Tab. 100. Fig. X.) bestehen. Die an der

Kurbel angebrachte Schraube ohne Ende bewegt ein Getriebe, welches, indem es inwendig eine Schraubenmutter hat, die schraubenförmige Stange aufwärts treibt. Mit dieser Winde kann ein Mann bequem 450 Centner heben. Da die Stange die ganze Last halten mufs, so ist ihr eine Stärke von sechs Zoll zu geben, wenn die Winde zur Hebung schwerer Lasten gebraucht werden soll. So gut diese Schraube auch ist, so habe ich dennoch, in der Ausübung, diejenige auf Tab. 103. Fig. 11. bis 16. dargestellten, ganz aus Eisen bestehenden, 85 Pfund wiegenden *Fufswinde*, (wobey *a* der Fufs ist) sehr nützlich beym Brückenbau und vorzüglich beym Krümmen der Hölzer gefunden. Fig. 11. stellt die vordere Wand und Fig. 12. die hintere Wand des Gehäuses vor. Die nach dem zehenten Theil der wahren Gröfse gezeichneten Figuren zeigen übrigens die Einrichtung dieser sehr empfehlenswerthen Winde so deutlich, dafs eine weitere Erklärung überflüssig ist.

§. 114. Bey der Fortbewegung schwerer Massen kommt es vorzüglich darauf an, dafs man die Reibung auf ihre Unterlage zu vermindern sucht. Diese Absicht wird zum befsten erreicht, wenn die Unterlage aus Walzen oder Kugeln besteht. Die Fortbewegung auf Walzen hat jedoch die Schwierigkeit: dafs sich dieselben — obgleich die feste Fläche, worauf sie gelegt werden, eben ist — fast immer verschieben und daher eine Ungleichförmigkeit in dem Zuge des fortzuziehenden Körpers entsteht, das heifst, die unter die Last gelegten Walzen bleiben selten parallel. Man kann sich daher derselben bey der Transportation überaus schwerer Massen nicht mit Vortheil bedienen. Weit besser ist es daher, wenn dieselben auf Kugeln gelegt werden, welche jedoch in einem Gerinne eingeschlossen seyn müssen, damit der Zug gleichförmig geschehe, und dieselben unter der Last nicht weggleiten.

§. 115. Der in Gerinnen gelegten Kugeln und der mittelst einer Erdwinde in Bewegung gesetzten Flaschenzügen hat sich der Graf *Carburi*, zur Transportation des *Felsens*, worauf die *Statue* von *Peter dem Grofsen* in *Petersburg* steht, bedient. Er hat dieses merkwürdige Verfahren in einem Werke: „Relation des travaux et des moyens mechaniques pour transporter à Petersbourg un rocher de trois millions livres pésant, destiné à servir de base à la statue equestre etc." beschrieben. Nachdem man zwanzig Werste von Petersburg ein 27 Fufs breites, 21 Fufs hohes und 24 Fufs langes Felsstück (Fig. 29. Tab. 84) in einem Sumpfe versenkt gefunden hatte, so wurde beschlossen: dasselbe zum Piedestal dieser Statue nach *Petersburg* zu bringen. Da es dreyfsigtausend Zentner schwer war, so mufste dessen Transportation, auf diese Entfernung, allerdings ein wichtiges und grofses Unternehmen seyn! Es hatte das Besondere, dafs gerade mit der beschwerlichsten Operation der Anfang gemacht werden mufste; nämlich mit der Aushebung des Felsens aus dem Sumpfe, worin er versenkt war. Zuerst wurde derselbe rund herum, auf 14 Klafter Abstand, von Erde entblöfst; und von dieser Grube an, wurde eine 100 Klafter breite schräge Fläche ausgehoben. Um diesen Stein aus der Vertiefung herausbringen zu können, war

es nothwendig, ihn auf ein festes unterlager zu legen, folglich ihn umzuwälzen. Es wurde daher für dasselbe ein Pfahl- und Schwellrost gemacht, worin die Grundpfähle auf zwey Fuſs Abstand zu stehen kamen. Man gab ihm eine Breite von 24, und eine Länge von 44 schuh. Auf der entgegengesetzten seite muſste also der Stein gehoben werden; folglich gleichfalls einen sichern Boden haben. Zu diesem Ende ward nahe an demselben, jedoch da, wo seine gröſste stärke statt fand, ein nach einer krummen Linie gebogener Pfahl- und Schwellrost, von gleicher Gröſse mit dem ersten, errichtet.

Jetzt wurden in dem Felsen, oben bey *g* Fig. 26., vier 1 ½ zoll starke eiserne Ringe eingelassen und eben so viel Flaschenzüge, wovon jeder Kloben drey Rollen hatte, und zu dem das zugseil 2 zoll dick war, mit vier Erdwinden in verbindung gebracht.

Vorher, ehe diese Flaschenzüge gebraucht wurden, legte man auf den bogenförmigen erwähnten Rost 12 Hebel, von 55 Fuſs Länge, wovon jeder aus drey Mastbäumen zusammengesetzt war, welche an 6 stellen mit 10 Thauwindungen, die eine Länge von 6 schuh ausmachten, aneinandergezogen und befestiget wurden. Jeder dieser Mastbäume war am Ende bis 18 und an der spitze bis 12 zoll dick, da, wo ein solcher Hebel unter dem Felsen gebracht wurde, lagen je zwo auf einen schuh Abstand, an ihrer spitze aber betrug derselbe 8 Fuſs. Diese war gleichfalls mit einem Thau umwunden (Fig. 30.). An solchem Hebel ward ein Kloben *g* befestigt, welcher mit einer andern *b* in verbindung gesetzt wurde. Dieser war an einem pyramidalischen zuggerüste Fig. 24. und 30., welches aus drey scheeren bestand, die oben zusammen liefen, befestigt. Sollten nun diese 12 Hebel, welche eben so viele pyramidalische Zuggerüste hatten, unter den Felsen gebracht werden, so wurden sie mittelst eines Seiles und der Rolle *h*, die in der spitze des Gerüstes hing, in die Höhe gezogen. Das kurze Hebelende, welches auf horizontal aufeinander gelegte Balken ruhte, war 2 Fuſs lang und das andere Ende 53 schuh. Um den stein zu heben, so wurden an jeder winde *a* Fig. 30. drey Mann angestellt, welche mittelst des Flaschenzuges den Hebel *f* hinabzogen. Damit aber diese Zuggerüste sich nicht senken und verrücken konnten, so wurden sie auf einen liegenden Rost und auf ein, einige Schuh breite Holzgerüste, welche, je nachdem der Stein höher aufgewuchtet ward, erhöht wurden, gestellt.

In den Grund rammte man Pfähle nach schiefer Richtung ein, von denen, nach den Schwellen des Zuggerüstes, seile liefen, mittelst welchen dieselben festgehalten wurden. Zu gleicher zeit setzten, auf der andern seite des Felsens, 144 Mann vier Erdwinden in Bewegung, und so hob man den stein bey jeder wuchtoperation ¾ schuh hoch. Als derselbe nun fast zum umkippen gebracht war, wurden noch andere 6 Erdwinden, mit den ersten diametralement, angebracht. Wenn man den Felsen gleich anfangs auf den Rost hätte werfen wollen, so würde er diesen mittelst seines Falles

und der damit verbundenen Erschütterung in den Boden gedrückt haben; es ward daher ein 6 Schuh dickes Moos- und Heulager auf den Rost gelegt, und darauf wurde der Felsen hinabgelassen. Nach vier Tagen war dieses Lager bis auf vier Zoll zusammengedrückt, und diese Masse so fest, daſs auf 20 Schritte eine Flintenkugel nicht eindringen konnte. Auf dieses Lager blieb der Stein den Sommer über liegen, und erst als die Erde vier Schuh tief gefroren war, wurde zur Transportation desselben geschritten, nachdem vorher eine 100 Klafter breite Straſse bis zum *Newaflusse*, auf eine Länge von $\frac{3}{4}$ Meilen, geebnet war. Zur Unterlage des Felsens hatte *Carburi* vier Laufrinnen *l* und *k* und *i* und *h* Fig. 28. und 29. bestimmt. Die erstern hatten eine Länge von 33′, eine Breite von 14″ und eine Höhe von 14″. Inwendig wurde in denselben ein 2 Zoll dickes Lager von Metall gelegt, welches Convex-Seiten hatte, um die Reibung der Kugeln zu verringern, die übrigens auf den Boden dieser Rinne aufdruckten. Der obere Theil bestand aus zwey ähnlichen, mit einer metallenen Rinne versehenen Balken *h i*, die mittelst vier Querbalken Fig. 28. von 14 Fuſs lang, und 12″ im Viereck, in Verbindung gebracht waren. Jeder oben ausgehöhlte Balken *h* und *i* war 42′ lang, 18 Zoll breit und 16″ hoch. Beyde Rinnen, die obern und untern, waren mit eisernen Schienen an den Seiten beschlagen und hatten an dem einen Ende Oehsen oder Ringe, und an dem andern Hacken, welche in die Ringe der anstoſsenden Rinne einhackten, wie dies an einer solchen perspectivisch gezeichneten Rinne *h m* Fig. 28. zu sehen ist. Die obern zwo Rinnen *h* und *i*, auf denen die Last unmittelbar ruhte, waren auf 8 $\frac{1}{2}$ Schuh Abstand mittelst Querhölzer, und dann noch zwischen je zwey Hölzer, mittelst eisernen drey Zoll dicken Stangen verbunden; welche letztere sich in Schrauben endigten, die in beyden Rinnen eingiengen. Auch die Querhölzer waren mit diesen, mittelst eisernen Schrauben, aneinander befestigt.

Die Kugeln, welche in der untern Laufrinne gelegt wurden, waren nur 5 Zoll im Durchmesser und auf zwey Schuh Abstand wurden sie gelegt. Anfänglich hatte man sie von Eisen gegossen, dann davon geschmiedet; aber sie wurden zerquetscht. Als sie aber aus gelbem Kupfer, Zinn und Galmey, gegossen wurden, widerstanden sie dem Drucke der ungeheuern Last vollkommen. Alle diese Maaſsregeln würden aber vergeblich gewesen seyn, wenn nicht eine Vorrichtung ersonnen worden wäre, womit der Fels nach jeder beliebigen Richtung gedreht werden konnte, denn eines Theiles hatten die zu dessen Fortbringung gebahnten Straſsen mehrere Wendungen und andern Theils muſste man ihn gleich, als er von dem Moosbett geschafft werden sollte, drehen, um ihn mittelst den vorher beschriebenen Rinnen fortschieben zu können. Zu diesem Behufe wurden zwo zirkelförmige Rinnen Fig. 26., die zwischen sich die Metallkugeln aufnahmen, verfertigt; und auf das gleich anfänglich beschriebene Rostwerk gebracht. Jetzt wurde der Stein mit zwölf 3 $\frac{1}{2}$ Zoll dicken eisernen flachen Schrauben Fig. 27., deren Schraubenmutter aus Kupfer verfertigt waren, weil

mit den eisernen schlechterdings die Last nicht gehoben werden konnte, aufgewunden. War dann dieser Kranz unter dem Felsen geschoben, so wurden die geraden Rinnen auf dem Wege, den er nehmen sollte, gelegt. Nachher ward der auf die runden Kränze ruhende Stein mittelst zwo Erdwinden *a b* Fig. 25., und den Flaschenzügen, die an schräg eingerammten Pfählen *c e* befestiget waren, gedreht, und die geraden Rinnen darunter geschoben. Man liefs die zwölf Schrauben nach und der Fels senkte sich auf sein Lager nieder. Da derselbe aber eine sehr unregelmäfsige Form hatte, so stand zu befürchten, dafs er auf einer schiefablaufenden Stelle kippen werde. Es wurden daher in demselben und auf den Rinnen jedesmal zwo Streben *f* Fig. 29. angebracht. Oefters waren zum Fortziehen sechs, vier, ja zwey Erdwinden hinreichend, und da an jeder 32 Mann zogen (die Zugseile waren 1 ½ Zoll dick), so zeigt es sich, dafs ein Mann auf einem horizontalen Boden 940 Centner, bey dieser Vorrichtung, fortzog. Täglich wurde der Fels 80 bis 200 Klafter weit gerollt. Zuweilen glitt er auf einem abhängigen Weg, vermöge seiner eigenen Last, herab. Ja auf starken Abhängen mufste er mit Erdwinden und Flaschenzügen gehalten werden. Damit aber die Metallkugeln immer in Bewegung blieben, so setzten sich auf jede Seite des Felsens (auf Matten) sieben Arbeiter, die mit eisernen Stäben an die Kugeln anstiessen Fig. 29. Während der Felsen so fortgerollt wurde, arbeiteten darauf 30 Steinhauer, um ihm die unnöthigen Ecken zu benehmen. Auch stand beständig eine Schmiede darauf, um die Utensilien auszubessern. Endlich wurde ein grofser Schlitten nachgeschleift, worauf eine Bauhütte *x* stand, die die Geräthschaften aller Art aufnahm. Oben auf den Felsen hatte *Carburi* Tambours gestellt, welche, auf seinem Geheifs, mit der Trommel angaben, wie und auf welche Weise an den Erdwinden gezogen werden mufste.

In der Zeit, als diese Transportation bewerkstelligt wurde, hatte Carburi an der Newa, da wo der Fels auf eine 124 Schuh lange, 66 Fufs breite und 16 Fufs hohe Barke gebracht und auf den Flufs nach *Petersburg* geführt werden sollte, ein *Höft*, d. i. einen in die Newa hineingehenden Bau anlegen lassen, welches aus Stützpfählen und horizontalliegenden Balken bestand. An dieses legten die *Commissarien der Admiralität*, welche den Transport zu Wasser übernommen hatten, die Barke, und liessen dieselbe voll Wasser, so dafs sie sich bis auf den fessen Grund, der vorher dazu geebnet war, eintauchte, weil sie sonst nothwendig nach derjenigen Seite hätte tief hinabsenken müssen, worauf der Fels zuerst aufgewunden wurde, d. i. nach der Landseite. In der Mitte der Barke war ein aus Balkenlagen gelegtes Gerüste (Stuhlgerüste) bis zu derjenigen Höhe gemacht, welche der Höhe des Höftes gleich war. Hierauf wurde der Fels, von einem auf der *Newa* festliegenden Schiffe ab, mittelst Flaschenzügen um so leichter gezogen, da man dem Höfte eine Neigung nach der *Newa* zu, gegeben hatte.

So wie der Fels auf die Barke und zwar auf das Kugelgerinne lag, wurde aus derselben das Wasser ausgepumpt. Kaum aber war dieses Auspumpen bewerkstelligt, so bog sich der Boden und die Seitenwände der Barke so sehr, daſs man alle Augenblicke dessen Bruch befürchten muſste. Jetzt ward daher *Carburi* wieder zu Hülfe gerufen! Er lieſs dieselbe gleich voll Wasser laufen, sie bog sich wieder nach der alten Form, und nun wurde der Fels mit 26 Streben, von denen zwey, selbst bis zu den untern Ecken der Seitenwände von der Barke, liefen, dergestalt unterstützt, so daſs dessen Last auf dem gesammten Boden der Barke vertheilt ward. Diese wurde dann mittelst Pumpen vom Wasser befreyt, vom Lande abgezogen und zwischen zwey Schiffe gestellt; über welche und der Barke 12 Mastbäume, nämlich je sechs zusammengebunden, d. i. zweye der Länge und dreye der Dicke nach, gelegt und befestigt wurden. Diese Einrichtung war um so nothwendiger, damit die Barke nicht zu tief eintauchen konnte. Man hatte sie daher auch nicht gänzlich vom Wasser geleert, so lange sie mit den zwo Schiffen verbunden war, sondern erst nachher. Auf diese Weise ward sie von zwo Schiffen so getragen, wie die Kameele die groſsen Schiffe über den Pampus nach Amsterdam flott halten. Siehe I. B. S. 451.

Um den Fels in *Petersburg* an das Ufer zu bringen, war vor diesem bis zu derjenigen Tiefe, zu welcher die Barke eintauchte, und auf ihrer ganzen Breite ein Pfahlrost eingerammt. Beyde Schiffe wurden von der Barke abgezogen, und nachdem man diese letztere auf den Pfahlrost bis dicht an den Kay geschoben hatte, so wurde gegen ihre Mitte abermals ein Schiff gestellt, über die Barke und das Schiff zwey Reihen Mastbäume, sowohl an beyden Seiten des Felsens, als auch auf den Kay befestigt. Auch auf den Enden der Barke und dem Kay wurden zwey andere Mastbäume festgemacht. Diese Vorsicht war deſswegen nothwendig, damit sich die eine Hälfte der Barke nicht in die Höhe biegen konnte, wenn über die andere der Fels fortgerollt wurde. Zu dem Ende waren immer je drey Mastbäume mit Seilumwindungen umbunden. Sobald nun die vorerwähnte Stützen, welche an den Felsen und auf dem Boden der Barke stemmten, weggenommen waren; wurden vier Flaschenzüge, mittelst vier Erdwinden, angezogen. Da aber die Laufrinnen, worauf der Fels stand, auf den Kay etwas schräg lagen, so rollte der Fels so leicht hin, daſs die an den Erdwinden ziehenden 144 Arbeiter zu Boden fielen, indem sie glaubten, mit aller Anstrengung ziehen zu müssen. Diese Besorgniſs, daſs die Barke sich auf der einen Seite heben würde, war nur zu gegründet, denn es brachen sechs einzelne Mastbäume, welche, wie gesagt, dazu bestimmt waren, sie nieder zu halten. Ja die Balken, woraus die Barke zusammengesetzt war, bogen sich.

Wer hätte, nach dieser wirklich groſsen, trefflichen und glücklich ausgeführten Unternehmung, nicht vermuthen sollen, daſs Carburi eine ausgezeichnete Belohnung erhalten würde! Während der ganzen Unternehmung hatte man ihn aber zu krän-

ken gesucht, ja er beklagt sich in seiner schrift sehr bitter über seine unwissenden Neider. Er beschliefst diese Klage mit folgenden Worten: „Si je suis entré dans ces détails, c'est que j'ai cru, qu'il n'étoit pas inutile de montrer, qu'il falloit joindre, pour des entreprises de cette nature, à quelque génie, une santé forte, la plus grande activité, assez de force dans l'ame, pour ne pas se laisser abattre par les contretems, qui arrivent et par les manoeuvres et les cris perçans de l'envie.“ *)

§. 116. Endlich muſs ich noch die Methode anführen, wie man groſse Lasten, welche als Thore vor eine Oeffnung im Wasser zu setzen, und herunter zu lassen sind, transportirt werden. In Copenhagen bedient man sich nämlich zur Zusetzung der Schiffsdocke eines im hintern Raum mit Steinen, zum Gleichgewicht dienend, gefüllten Pontons *d* Fig. 21. Tab. 84. Das Thor hängt an die Flaschenzüge *abc*, mittelst welchen und den drey Winden *efg* dasselbe auf- und niedergezogen werden kann.

Zweytens.

Von den vorzüglichsten Utensilien und Maschinen a) um Pfähle auszuziehen, b) unter Wasser abzusägen, oder c) das Fluſsbett von denselben zu reinigen.

§. 117. Stehen Pfähle in einem weichen Boden, und findet eine nicht zu geringe Wassertiefe statt, so stellen sich einige Mann auf ein Floſs, umschlingen den Pfahl mit zwey Seilen, und ein Seil wird angezogen, während man das zweyte nach einer entgegen gesetzten Richtung nachläſst. Ist so der Pfahl losgewackelt, dann wirkt der hydrostatische Druck des Wassers dagegen, und derselbe geht leichter, und steigt endlich empor.

§. 118. Eine zweyte Methode besteht in der Anwendung des Hebels. (Tab. 100. Fig. 31.) Dieser aus einen Balken mit einem Einschnitte *a* versehene Wucht- oder Hebebaum, kann, wenn er über 60 Schuh lang seyn muſs, aus gezahnten Hölzern oder zusammen gebundenen runden Stämmen bestehen. An dessen vordern Theil wird ein 2 Zoll starker eiserner Hacken *c*, mittelst dreyer Ringe befestiget, in welchem die Haltkette *d*, die man um den auszuziehenden Pfahl *g* schlingt, eingehängt wird. Der Hebel liegt auf einem mit einem scharfen eisernen Sattel *b* versehenen Stuhl, dessen vorderer Theil muſs an diesem überdies mit Ketten fest gebunden werden, damit er nicht vorne übergleitet. Er wird mittelst eines Richtbaumes *d* und den Scheiben *e*, oder einer Ramm-Maschine aufgezogen. Auf des Wuchtbaumes hin-

*) Wiewohl man mit Hülfe des hier Vorgetragenen auch Statuen und Obelisken wird errichten können, so rathe ich demjenigen, welcher in den Fall kömmt, dergleichen Unternehmungen praktisch zu leiten, folgendes Werk — welches dem Ingenieur nicht unbekannt seyn sollte, und worin derselbe auch über die Gerüste sinnreiche Ideen, nnd die öfters beym Bauwesen nützlichen Schürzungen der *Seil-Schlingen* und *Knoten*, findet — zu lesen. Dasselbe hat folgenden Titel: Castelli e Ponti di Maestro Niccola *Zabaglia* etc. in Roma 1743; darin wird gezeigt, wie Zabaglia und Fontana den vor den Vatican stehenden Obelisk und einige Statuen aufgerichtet haben.

teres Ende, welches mit den Seilen ff von 10 und mehr Arbeitern hin und her, auch zugleich abwärts gezogen wird, während man an den auszuziehenden Pfahl g schlägt, kann ein Rammklotz herunter fallen, wenn der Pfahl sehr fest steht. Auch kann in dem Ende des Wuchtbaumes eine Schraubenmutter, und darunter eine Schraube angebracht werden, um dasselbe herunter zu schrauben, ja man kann zu diesem Behufe auch Flaschenzüge anwenden. Dieser zwey ersten Hülfsmittel wird der Ingenieur nur äufserst selten sich bedienen dürfen, wobey der Wuchtbaum aus mehreren einzelneu Balken zusammen gesetzt werden mufs, wenn er nicht über das Unterlager brechen soll, denn mir ist in der Ausübung beym Ausziehen vieler hundert Pfähle und Spuntplanken, die 12 bis 24 Schuh tief in den Grund steckten, gar kein Fall vorgekommen, wobey nicht das Ausziehen ohne den Rammklotz und die Schraube bewirkt worden wäre: indem das Hin- und Herziehen des langen Hebelarmes, den Pfahl loswackelt, und das Manövre ausserordentlich erleichtert. Eey der Ausübung legt man den Hebel oder Wuchtbaum noch wohl auf die Balken einer Rüstung oder auf die Theile einer Bogenbrücke, wie ich dies öfters habe bewerkstelligen lassen. Zuweilen, wenn der tiefstehende Pfahl längs einem hohen Ufer ausgezogen werden soll, so werden an des Pfahles Seiten zwey Pfähle eingerammt, darüber wird eine Schwelle oder Holbe gelegt, worauf ein sattelförmiges Unterlager genagelt wird, und diese bildet das Hypomochlion des Hebels. Endlich bemerke ich, dafs das Ausziehen des Pfahles sehr dadurch erleichtert wird, wenn man die Kette, womit ihn die Arbeiter an der Schraube oder dem Wuchtbaum befestigen, so niedrig als möglich an den Pfahl herunter geschoben, und um denselben geschlungen wird. Die Kettenglieder mögen über einen Zoll stark seyn, weil sie sonst brechen. Mit dem Hebel habe ich bey Anwendung von 16 Mann (beym ganzen Manövre) vier, acht Schuh tief in den Grund gesteckte Pfähle binnen $5\frac{1}{2}$ Stunden, von einem der Rüstungsjoche der im Jahr 1811 erbauten Bogenbrücke bey Rosenheim (Tab. 122.) ausziehen lassen. Binnen dieser Zeit wurden zwey eben so tief stehende Pfähle mit dem Schraubensatze ausgezogen, wobey acht Mann gebraucht wurden, nämlich bey dem ganzen Manövre. Man sieht daher, dafs beyde Methoden in Hinsicht der Zeit und der Arbeit gleich sind.

§. 119. Sollen grofse Steine aus dem Flufsbette gehoben werden, so kann der Ingenieur über dasselbe hin ein starkes Gerüst machen, und eine vertical stehende, aus zwey Balken mittelst Schrauben zusammen gesetzte, und mit schräg liegenden Stützen befestigte Säule, errichten; oben in dieser Säule ein 4 Zoll weites Loch mit Messing ausfüttern lassen. Durch dieses werde ein $3\frac{3}{4}$ Zoll starker eiserner Bolzen gesteckt, und darauf ruhe der durch die Säule gehende, und mit einem eisernen Rücken versehene, Wuchtbalken, welcher aus drey übereinander, durch Schrauben, zusammen gezogenen Hölzern bestehen mag. In dem Ende seines langen Hebelarmes lasse man eine Schraubenmutter anbringen, und darunter in der die Säule tragenden

schwelle eine eiserne Kapsel, worin sich die durch diese Schraubenmutter gehende Schraubenspindel bewegen kann, alsdann werden durch den obern Theil der Spindel Hebel gesteckt, um sie zu drehen, folglich den Wuchtbaum herunter zu ziehen. Man kann auch die Einrichtung treffen, dafs die Kapsel der Spindel, so wie der obere Theil der Säule sich dreht, um die aufgehobene Last seitwärts zu bringen. Die Schraubenspindel mag eine krumme Linie bilden. Da die Aufhebung der Lasten nicht ruckweise, wie das Ausziehen der Pfähle, geschehen mufs, so ist die Anbringung einer fallenden Kraft an dem Ende des langen Hebelarmes nicht zweckmäfsig; ob diese Kraft aus Wasser besteht, welches jemand in unsern Tagen für ausserordentlich sinnreich ausgegeben hat, oder aus Steine, oder die lebendig ist, würde gleichgültig seyn, wenn nicht diese letztere, d. i., eine Herabziehung des langen Hebelarmes durch Menschen, noch den Vortheil vor jener todten Kraft hätte, dafs der Hebelarm je nachdem die Hubhöhe es erfordert, langsam herunter gezogen werden kann, welches bey einer angebrachten todten Kraft, in der Ausübung, viele Schwierigkeiten hat.

§. 120. Zum Ausziehen der Pfähle oder zur Hebung der Bäume kann gleichfalls eine einfache Schraube, eine Hebelade oder auch die in Fig. 10. Tab. 100. dargestellte Winde gebraucht werden, wiewohl der Wuchtbaum den Vorzug hat.

Ist nun der Pfahl mit dem schweren Wuchtbaum so weit ausgezogen, dafs man ihn weiter mit einem kleinen Hebel empor bringen kann, so wird dieser über ein Unterlager gelegt, und an den Pfahl kefestigt. Dieses letztere ist zur Ersparung der Zeit und Kosten sehr nützlich.

§. 121. Sogar mit Ramm-Maschinen können Pfähle ausgezogen werden, und zwar durch die im vor. Kapitel erwähnte *Prellkraft.* Jedermann kann den Versuch auch im Kleinen folgender Massen machen. Man nehme eine gewöhnliche Wagenwinde, umschlinge den auszuziehenden Pfahl mit einer Kette, die mittelst der Wagenwinde angespannt wird. Jetzt schlage man zuerst gegen die Winde und den Pfahl, dann aber auf den Pfahl selbst, und dieser wird, je nachdem der Schlag kräftig ist, höher empor springen. Perronet hat sich auch der Zugrammen (siehe dessen oeuvre p. 58.) zum Aufziehen der Pfähle bedient. Fig. 1. und 4. Tab. 85. stellen solche Rammen dar, nachdem nämlich vier Arbeiter das an den auszuziehenden Pfahl, mittelst zwey Rollen befestigte Seil, angespannt haben, und stets gespannt erhalten: so läfst man auf den Pfahl den Rammklotz fallen. Perronet fügt hinzu, dafs diese Vorrichtung eine der befsten sey, welche man kenne. Das Spannseil läuft, wie die angezeigten Figuren zeigen, ohnweit 2 über zwey andere Rollen, und von da nach den Wellen der zwey Haspel. So wie der Pfahl hinauf geprellt wird, ziehen die zwey Arbeiter die Spannseile, damit sie stets straff sind, von neuem an. Endlich bedient man sich der über den dritten Haspel laufenden Welle, um mit den Zugseil 3. den Pfahl aufzuziehen, wenn er nur noch wenig fest steckt. Zugleich wird auch an den Pfahl geschlagen, damit er hin und her gelüftet wird, und desto leichter heraus gezogen

werden kann. Geschieht die Anspannung mit der Kette, und das Eisen ist so spröde, daſs dieselbe springt, so muſs man sie glühend machen, wo sie alsdann nicht springen wird. Ein Hülfsmittel, dessen ich mich mit dem beſsten Erfolge bedient habe.

§. 122. Auch bey der zum Ausziehen der Fangedämme, beym Brückenbau von Orlèans, angewandten Maschine Tab. 84. Fig. 17. 72 und 73., welche die zwey Wellen *d* und *c* hat, *) die von vier Mann herumgedreht werden, hat man das Manöver, mittelst Aufschlagen an den Pfahl, mit Erfolg angewendet.

Eine andere zum Pfahlausziehen dienende, und beym Bau des Kays zu Rouen angewendete Maschinerie ist nach Tab. 84. in Fig. 19. 20 und 22. dargestellt, woraus das Manöver ohne alle Erklärung deutlich hervorgeht, und bey welcher man gleichfalls gegen den auszuziehenden Pfahl *a* mit einem schweren Hammer schlagen kann, wenn der Pfahl anstatt des gezeichneten Hackens nur mit einem Seile umschlungen wird. Die Schürzung des Zugseiles kann wie Fig. 18. Tab. 85. zeigt, um den durch den Pfahl gesteckten eisernen Nagel geschehen.

§. 123. Pfähle werden auch mit Schrauben aus den Grund gehoben, entweder mit einer Schraube, der Winde oder mit dem Schraubensatz. Man bringt entweder das eine oder andere oberhalb dem Pfahl auf eine Rüstung an; selten werden diese oder auch der Wuchtbaum, auf eine über das Eis gelegten Balkenlage gestellt werden können!

Unter allen diesen Methoden habe ich mich der Schrauben und des Hebebaumes oder Hebels mit groſsen Vortheilen bedient, und ich werde beym Brückenbau einige Erfahrungen darüber beybringen.

§. 124. *Die Pfähle unter Wasser abzusägen* kömmt vorzüglich beym Wehr-Schleusen- und Brückenbau sehr oft vor, da bey diesen Bauwerken die Gründung das wesentlichste ist. Man kann daher nur selten die Pfahlroste entbehren, und die Pfähle eines Bauwerkes müssen gewöhnlich nach einer Horizontalfläche abgeschnitten werden. Da bey solchen Unternehmungen die einfachen Maschinerien leichter angewendet werden können, so will ich hier nur diese beschreiben, und daher die bey den Brücken von *Saumur*, von den Ingenieurs *Voglio* und *Cessart* gebrauchten Säge nicht beschreiben, sondern demjenigen, welcher sich mit ihr bekannt machen will, bloſs auf die vortrefflichen *mémoires sur les objets les plus importans de l'architecture* par Patté p. 236., und auf *la déscription des travaux hydrauliques par Cessart. Tome I.*, worin sie beschrieben ist, verweisen. Eine einfache aber wegen ihrer Schwierigkeit auf groſse Tiefen nicht zu gebrauchende *Wassersäge* hat *Belidor* in seiner *Wasser*baukunst 2 Theil §. 1183. beschrieben. Auch rathe ich nicht, eine ganze Reihe von Pfählen (wie Belidor meynt) mit einem Mahle, unter Wasser, abzusägen, sondern wo möglich, einen Pfahl nach den andern. Die Aeste des Holzes, der Umstand, daſs man nicht immer ganz Herr über das Manöver ist, und der groſse Wider-

*) Die Mittelpunkte dieser Wellen liegen 7 Schuh 4 Zoll entfernt.

stand, den viele Pfähle der säge entgegen setzen, ferner der Umstand, daſs alsdann das sägeblatt sehr lang, der Rahmen und die Rüstung sehr groſs gemacht werden muſs, und daſs endlich ein langes sägeblatt leicht brechen kann, widerräth die Absägung mehrere Pfähle zugleich. Im Jahre 1765 machte der Bauadjutant *Richter* zu *Berlin* eine neue Methode unter Wasser zu bauen bekannt, und schlug darin eine säge vor, die ich eben so wenig als diese neue Methode anwenden würde.

§. 125. Eine einfache Art die Pfähle unter Wasser, auf eine Tiefe von drey bis vier Schuh, abzusägen, besteht in folgender. Es wird nämlich Fig. 15. Tab. 89. ein 6 bis 8 Schuh langes, aber etwas steiferes sägeblatt *a b*, als die gewöhnlichen Holzsägen, genommen, und flach gelegt. An dasselbe werden seile *a c* und *b d* gebunden, wovon jedes über zwey Rollen 1 *c* und 2 *d* läuft. Die zwey Rollen 1 und 2 sind in dem Hängeseile 2 *e* und 1 *f*, des schwimmenden Flosses *g h*, welches an einigen eingerammten Pfählen, oder auf einem liegenden Prahm befestiget ist, fest gemacht, und die andern Rollen *c d* sind in den Floſsbäumen selbst. Diese säge wird nun von zwey oder vier auf dem Flosse stehenden Arbeitern, mittelst dem seile *b d* und *a c*, hin- und hergezogen. Dieses Floſs muſs aber nicht nur stets gegen die abzuschneidende Pfahlreihe mit seilen oder stangen angeholt oder angepreſst werden, und zwar nach Maaſsgabe der Schnitt fortrückt, sondern es hängt auch ein Holz *i*, welches in *k* eine Rolle hat, und längs welchen die säge läuft, herab, das zugleich die säge an den vor ihr stehenden Pfahl *l m* andrückt, und das Schwanken sowohl als das Biegen der säge verhindert. Zur Anpressung der säge könnte auch die Hängesäule zwischen zwey liegenden Schwellen auf einen Nagel ruhen, um sie auf das Floſs oben über zu biegen, welches Ueberbiegen mittelst eines seiles zu bewerkstelligen ist. Hierdurch würde das Vorrücken des Flosses während dem sägen erspart werden. Jene Vorrichtung ist in der praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst, 1tes Heft, beschrieben, und es wird S. 60. bemerkt, daſs vier Mann in 20 Minnten einen 12 zoll dicken Pfahl mit dieser säge abgeschnitten haben.

Um der säge aber mehr Steiffigkeit zu geben, und sie zugleich seitwärts zu drücken, kann man sich statt der zwey zugseile auch der stoſs-stangen bedienen, und von da, wo dieselben an die säge angebracht sind, auf das Floſs hinauf, zwey oder vier Hängesäulen gehen lassen, die mit einem pyramidenförmigen Scheerengestelle in Verbindung gesetzt werden, welches das Gleichgewicht erhält. Eine ähnliche Einrichtung ist von dem ehemaligen Kammer-Rath Ludwig in Aschaffenburg in einer Schrift beschrieben, die in meiner Bibliothek fehlt.

§. 126. Folgende säge kann ich sehr empfehlen, weil ich damit viele Pfähle habe absägen lassen. Sie besteht aus einem Rahmen *d*, *c*, *f*, *g*, Fig. 32. Tab. 100., welcher von der mit einer Schraube sich endenden, einen zoll dicken eisernen stange *h*, der säge *l* und dem Rahmholze *m* zusammen gehalten wird. Beym Gebrauch der säge laufen vier 8 zoll hohe und zwey zoll starke Walzenräder, wovon

zweye in *p* und *q*, die drey zoll von den säulen d *e* und *g f*, auf beyden seiten, abstehen, sichtbar sind. Alle viere drehen sich um die zapfen *s* und *t*. Sie sind deſswegen angebracht, damit das sägegatter (der Rahmen) auf dem Flosse *A B* (besser aber auf ein stehendes Gerüste) hin - und hergezogen werden kann, welches auf demselben ruht. In groſsen Tiefen von 4 bis 8 Schuh wird der Rahmen vergröſsert, und zwey Reihen walzen über einander angebracht, und dann wendet man 6 bis 8 Mann zum ziehen an. Je tiefer die Pfähle unter wasser abgeschnitten werden sollen, desto länger muſs der Theil *l*, *m* des Gatters gemacht werden. An den seilen *n n*, ziehen vier Arbeiter. Um die säge unter wasser zu halten, treten zwey Mann auf den Rahmen der säge. Ein Mann oder zwey Arbeiter ziehen die säge an den Pfahl o, (wenn nicht der Strom selbst so schnell ist, daſs er dieselbe, welche immer mit dem strom an dem Pfahl liegen muſs, andruckt) und zwar mit zwo in Ringen eingezogenen Seilen *x x*. Mit dieser säge können sechs Mann einen 10 bis 15 zoll starken Pfahl in zeit von 5 bis 8 Minuten, fünf Fuſs unter wasser, absägen. Braucht man mehrere Arbeiter, so können noch zwey oder vier an zwey andern zugseilen *b b* ziehen. Die säge wird übrigens durch die Hängesäulen *d e* und *f g* gestellt, und an dem einen Ende mittelst einer Schraubenmutter *f* festgeschraubt. Ihr Blatt muſs aus einer guten Masse bestehen, stark gehämmert, sechs zoll breit, und, um steifigkeit genug zu haben, 4 bis 6 Linien dick seyn. Ist sie nicht dick genug, so wird sie den Pfahl nicht horizontal, sondern schief abschneiden.

§. 127. Zum Absägen derer längs den Pfeilern der zu London erbauten *westmünsterbrücke* stehenden Pfähle, wurde im Jahr 1740 eine säge (Siehe Tab. 84. Fig. 15. 16. und 60.) gebraucht, die ich jetzt beschreiben will. Der eiserne Ring *c* ist über den Mittelpunkt der Schwere dieser Maschinerie angebracht, und kann vermittelst eines an Scheeren hangenden Flaschenzuges (Fig. 60.) in einer beliebigen Höhe gehalten werden. Dieser Ring ist an die verticalen Säulen, welche von den streben *b* in ihrem stande erhalten werden, befestigt, die vermittelst schrauben an den Pfahl angelehnt sind; unten und oben wird dieser von dem Rahmen *e* und *h* (Fig. 16.) umgeben. Auf diese weise ist also für den Anschluſs der Maschine an den Pfahl und für ihren unveränderlichen verticalstand gesorgt.

Das bewegliche sägegatter besteht nämlich aus vier Armen der durchgehenden in der Mitte breit seyenden stange *g* (Fig. 16.) und zweyen kurzen stangen, die zwischen sich so viel Platz lassen, daſs die säge durch den Pfahl hin und her gezogen werden kann, und endlich aus zwey breiten Quereisen, wovon jedes eine Hülse hat, worin die säge, vermittelst zwoer schrauben, eingespannt ist. Dieses sägegatter geht durch die in den Querstangen der Maschine gelassenen vier Oeffnungen über vier aus Kupfer bestehende kleine Rollen. Zwey seile *b* und *d* Fig. 60. gehen über zwo Rollen 6 Fig. 16. Sie dienen: um ein längs dem Pfahl hangendes Gegengewicht 3 (Fig. 16.) zu tragen. Dasselbe drückt die säge gegen den Pfahl an. Die zugseile,

womit das sägegatter, folglich auch die säge, hin und her gezogen wird, gehen unter zwo hölzernen Rollen a, die um ihre Axen beweglich sind, durch. Der Hebel 2 Fig. 16., dessen stützpunkt unten am sperrwerk ist, druckt mit seinem untern Ende an den Pfahl, indem oben eine Querstange ihn vorwärts hält; bringt daher auch das sägegatter dem Pfahle näher. Ausser den zwo hölzernen Rollen a 5 Fig. 60. und den kleinen kupfernen scheiben besteht alles übrige dieser Maschinerie, womit der Erfinder *Etheridge* einen 14'' starken Pfahl in zwey Minuten 10 schuh unter wasser, mit zwey Arbeitern, abgesägt haben will, aus Eisen. Diesen Effekt wird man schwerlich mit einer vorrichtung, welche sich um den Pfahl in der Runde bewegt, und den Rundsägen, deren man sich in den salzwerken zum schneiden der Faſsböden bedient, ähnlich ist, in so kurzer zeit bewirken.

§. 128. Sollen tief unter wasser stehende Pfähle abgestämmt werden, so mag man dazu sich eines 12'' breiten Eisens, welches wie ein stemmbohrer geformt und an einen 4 zoll dicken stiel befestigt seyn muſs, bedienen. Dasselbe mag 10 Pfund und mehr wiegen. Mit diesem stemm- oder stosseisen wird schräge auf den Pfahl gestoſsen, bis derselbe bricht. Dessen bedient man sich auch zu Abstoſsung eines festen thonigten oder kreidenartigen Bodens, welcher öfters in Flüssen seichte stellen bildet, und so fest ist, daſs der strom ihn nicht abflächen kann.

Endlich muſs ich noch anführen, daſs die zur Abschneidung der Grundpfähle unter den Pfeilern des Pont d'Austerlitz zu Paris gebrauchte Maschine in *schütz* Beyträgen zur hydraulischen Architektur p. 32 beschrieben ist, die ich hier der Kupfer wegen, und da diese schrift in den Händen eines jeden deutschen Ingenieurs ist, zu beschreiben nicht für nöthig halte.

Drittens.

Von den Maschinen und Methoden, um allerley in Flüssen, Häfen und Canälen liegendes und das Fahrwasser beschränkendes Material aufzufördern, und den Grund zu ebnen.

§. 129. Die einfachste Ausförderung des schlammes aus Häfen, Bassins, Canälen und Flüssen in städten, besteht darin, daſs die Arbeiter einen Prahmen, mittelst eines an einem stiele befestigten Handbügels, womit sie den schlamm auffördern, füllen. Dieser Handbügel besteht entweder aus einen mit zwo Rändern versehenen und gegen den stiel schief stehenden Eisenblech-schauffel *), worin Löcher, durch welche das wasser abflieſst, (Tab. 100. Fig. 32.) geschlagen sind, aus einem zur Hälfte,

*) Wenn man aus der Tiefe, zur Beschwerung des Faschinenwerkes, Kies zu erhalten suchen muſs, so ist diese Schaufel sehr brauchbar.

auch wohl ganz aus Drath geflochtenen an einem eisernen Reifen befestigten Sack *a*; oder aus einer schnabelartig zulaufenden Schauffel, deren Rand aus Eisen besteht. Dieser läuft an der Seite und vorne scharf aus. In dem Zwischenraume, welchen dieser Reif bildet, ist ein Drathnetz geflochten. Ist die Hälfte von Eisendrath, so besteht der untere Theil aus starken hänfenen Sackleinen. Die Länge des Stiels richtet sich nach der Tiefe des Wassers. Den Handbügel kann man vergröſsern und mittelst eines Sprossenrades oder einer Erdwinde aufziehen.

§. 130. Die *Schlammräumer* (Baggermaschinen), deren man sich in den Häfen von *Toulon* und *Marseille* bedient, Fig. 29, 30, 31. Tab. 99., werden von einem an die Anker Fig. 32. gelegten Ponton oder Prahmen getragen. Sie bestehen aus zwey Laufrädern, wovon das groſse 22½ und das kleine 12′ im Durchmesser hat. Um des ersteren Welle *g* wickeln sich die Schaufelketten *f a* und *e g* wechselseitig auf und ab, je nachdem die Laufräder nach der einen oder nach der andern Richtung gedreht werden. Das Seil *d s* dient dazu, um die Schaufel *a*, welche an dem sich zwischen dem Rahmen *k*, *k*, *l*, *l*, bewegenden Schaufelstiele *m*, *n* befestigt ist, in eine solche Lage zu bringen, daſs sie in den Grund eingreift. Werden die Räder von *x* nach *y* gedreht, so spannt sich die Kette *a f g* um die Welle des groſsen Laufrades, und das Lenkthau *d s* wickelt sich von der Axe des kleinen Rades ab, nachdem es um den Hacken *s* geschlungen ist, von welchem es ein Arbeiter nachläſst, so wie die eiserne Schaufel vorwärts geht. Damit dieselbe, so tief als nöthig ist, in den Schlammgrund eingreift, wird um ihren Stiel bey *o* ein Seil geschlungen, welches nach *h* und *b* herunterläuft und das von einem bey *q* stehenden Arbeiter gehalten wird, Ist die in Tab. 95. Fig. 25. bis 33. incl. nach einem groſsen Maaſsstab dargestellte Schaufel über die Oberfläche des Wassers gekommen, so wird ein Boot unter dieselbe gefahren. Alsdann öffnet ein Arbeiter die in der Schaufel befindliche Klappe *d*, *e*, *a*, *b*, Fig. 32. mittelst eines Hackens Fig. 27.; wenn sie zuvor hinaufgewunden ist, so daſs während ein Arbeiter auf ihre gröſste Fläche klopft, der darin befindliche Schlamm in das Boot fallen kann. Ist sie geleert, so wird die Klappe mittelst eines Hackens oder einer Feder, *i*, Fig. 32. zugeschlossen und die Laufräder werden nach der entgegengesetzten Richtung bewegt, wo dann die an der andern Seite des Prahmens auf den Boden herabgesenkte Schaufel in den Grund eingreift und hinaufgezogen wird. Die Schaufelstangen, Ketten und Seile, werden je nach der Tiefe des Wassers, verlängert oder verkürzt. Zu diesem Manöver sind 10 Arbeiter nothwendig. In Toulon hat eine solche Maschine, mit Inbegriff des Prahmens, im Jahre 1750, 10099 Liv. gekostet. Jedes Boot, in welchem der Schlamm ausgeleert wurde, trug ¾ Cubik-Klafter und während eines Sommertages wurden zu einer Tiefe von 7 bis 8′, 1944°¹ und zu 25 bis 30′ Tiefe 1080°¹ ausgebaggert. Die im Hafen zu Brest im Gebrauch seyende Maschine ist der beschriebenen ähnlich, nur daſs sie nach gröſsern Dimensionen erbaut ist. Auch hat die Schaufel, welche 54 Cubikfuſs faſst, einen

nach einem cirkelstück abgerundeten Boden. Sie fördert 864 C. S. Schlamm in einer Stunde auf. Jene von Toulon ist in Belidors Wasserbaukunst, §. 806. im II. Theil umständlich beschrieben, und wer eine solche Maschine erbauen will, findet daselbst die Stärke aller einzelnen Theile angegeben. Sie wird vorzüglich in solchen Flußmündungen und Häfen gute Dienste leisten, wo ein zäher Schlammgrund anzutreffen, die Geschwindigkeit des Stromes geringe ist und der Wind nicht so heftig weht, daſs er die Bewegung der Maschine stört, indem ihre Laufräder und die Schaufelstiele dem Winde Hindernisse oder viele Angriffspunkte entgegen stellen.

§. 131. Die *Venetianer* waren zur Austiefung der Wasserstraſse von Venedig nach *Malamocco* einer *Bagger-Maschine*, die sie *Cavafango* nennen (Tab. 100. Fig. 33 — 37.) benöthiget, welche allen Windstürmen Widerstand leistet und, selbst während derselben, gebraucht werden konnte. Zu diesem Endzwecke wurde auf einem 40′ langen und 23′ breiten Prahmen eine Schraube, die sich auf einem metallenen Zapfen *a* und in der Hülse *b* dreht, so wie ein Wuchtbaum 2, 3, der auf einer eisernen Welle *c* ruht, angeordnet. Der *Schlammfänger*, oder die Schaufel hängt an zwey Kloben *e*, *f*, und kann mittelst eines um die stehende Welle 4, gehenden Seiles heruntergelassen und heraufgezogen werden. Derselbe besteht aus einem von Eisenstäben gemachten Gitterkasten, welcher an der Säule *i k* hängt, sich um den Zapfen *i* bewegt und mittelst des um die Rolle *g* laufenden Seiles *h g* dergestalt gezogen wird, daſs er in den Grund eingreift. Die an den Seiten des Prahmens angebrachten Pfähle 10, 11, dienen zu seiner Befestigung und die erstern werden mit der Zugwelle 9 herunter gelassen. Der Gebrauch der Maschine, deren Ponton inwendig dergestalt mit Steinen, 20, gefüllt ist, daſs der gesammte Körper, sobald die Schaufel geladen ist, gleich tief eintaucht, wird dadurch erleichtert, daſs zu beyden Seiten des Wag- oder Wuchtbaumes 2, 3, in einem Kasten Steine, 14, liegen, welche die eine Hälfte desselben mit der andern, woran die Schaufel hängt, ins Gleichgewicht bringen. So wie nun das hintere Ende des Wagebaumes mittelst der Schraube 1, heruntergeschraubt wird, steigt das vordere in die Höhe. Jetzt fährt das den Schlamm aufnehmende Boot unter die 3′ über die Wasserfläche aufgezogene Schaufel; man zieht das Seil *f e* mittelst dem Hornhaspel 4, dergestalt an, daſs die Schaufel in solche Lage kömmt, in welcher der Schlamm daraus und in das Boot fällt. Die Beschwerung des Prahmens mit Steinen dient zugleich dazu, um die Maschine so tief zu senken, damit sie eine hinreichende Stabilität hat, und der Gewalt der Wellen und des Windes widersteht. Mit dieser Maschine werden in Zeit von einer Stunde $4\frac{13}{100}$ Cubikkl. Schlamm auf eine Tiefe von 12 — 16′ ausgebaggert. Dieselbe ist in solchen Gewässern, die bedeutende Wellen machen und dem heftigen Winde ausgesetzt sind, mit Nutzen zu gebrauchen; daher in den Lagunen und den dortigen Hafenmündungen, wo ich im Jahr 1800, drey Maschinen der Art gesehen und diese hier gezeichnet habe, zweckmäſsig.

§. 132. Eine andere Art *Baggermaschinen* (holländisch: Modder-Moolen) ist diejenige, deren man sich in dem Y vor *Amsterdam* und in dessen Häfen bedient. Sie ist nur daselbst anwendbar, wo ein flüssiger Schlamm und feiner Sand aufzufördern ist. Ihre Construction, Tab. 99. Fig. 32. und 33. ist dem Schaufelwerk, womit das Wasser aufgehoben wird, ähnlich. Mittelst des Pferdegöpels *a*, werden die Getriebe und Räder *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, und endlich die Sattelwelle *i* in Bewegung gesetzt. Ueber diese letztere schieben sich die Schaufeln von *l* nach *m*, welche auch die untere Sattelwelle *n* herumdrehen; die in dem Kumm *t u*, den Schlamm aufschieben und in das Gerinne *u o*, auf ein darunter liegendes Schiff abrutschen lassen. Die Schaufeln sind vorne von Eisen und haben eiserne Stützstangen. Die Schaufelkette hat in *i*, *i*, Gelenke, um sich um die Sattelwellen zu biegen. Das hintere Kammrad *k*, wird an das Getriebe *b* angeschoben, um mittelst des Seiles *v*, den Prahmen, worauf die Maschine befindlich ist, auf die zu vertiefende Stelle zu bringen, und gegen die Modderbank dergestalt anzuschieben, daſs die untere Schaufel stets in den Modder eingreift. Ist dieses geschehen, so schiebt man das Kammrad wieder von dem Getriebe ab. Um das untere Ende des Schaufelwerkes hoch und niedrig, je nach der Lage des Schlammgrundes, zu stellen, dazu dient das auf der Oberfläche des Prahmens um die Welle *r* bewegliche Sprossenrad *s*, womit die Kloben *q y*, näher gebracht oder entfernt werden können, je nachdem das Schaufelwerk mit dem untern Ende hoch oder niedrig gelegt werden soll. Von dem Schaufelkumm oder dem Troge, worin die dem Modder auffördernden Schaufeln sich bewegen, ist in der Zeichnung nur der Boden, nicht aber die Seitenwände sichtbar. Wiewohl in den Häfen vor Amsterdam mehrere solcher Baggermaschinen gesetzt sind, so nimmt dennoch dessen Verschlammung bedeutend zu. Auch kann man mit denselben für die Schifffahrt nie die nöthige Tiefe erhalten, sondern es müssen bleibende Werke angelegt werden, die ich im ersten Bande vorgeschlagen habe. Mit dieser Maschine werden täglich 11 bis 12000 Cubikschuh Modder aufgefördert.

§. 133. Die von *Delons* angegebene *Baggermaschine* Tab. 82. (la machine à dragues) besteht, wie wir sehen aus zwey Walzen *a a*, einer Kette ohne Ende, woran die äussern Schöpfbutten befestiget sind, und sich eine sechseckige Welle *d* Fig. 3., welche mittelst eines Triebes und gezahnten Rades in Bewegung gesetzt wird, herumbewegen, und alsdann den geschöpften Schlamm oder Sand ausgieſsen, wie dieses die perspectivische Ansicht zeigt. Wenn sich aber Steine im Grunde fanden, so wurden statt der Butten eiserne Krampen, Fig. 4., an die Kette, mittelst der Vorrichtung *e* Fig. 6. angebracht. Ein solcher Krampen ist von vorne Fig. 4. 6. und von der Seite in *a* dargestellt. Da diese Maschine zwischen vier eisernen Hängsäulen *n n* befestigt ist, worin Löcher gebohrt sind, so kann man sie mit den darin gesteckten Nägeln hoch und niedrig stellen. Der Schlamm wird von einer beweglichen schiefen Fläche *g* aufgefangen, die man mittelst der Handhabe *h* auf die Seite schiebt, sobald

die leere Schöpfbutte sich herabsenken soll. Die Schacken der Kette ohne Ende sind in Fig. 6. *a b* dargestellt. Einige von denselben (Fig. 5. *c b*) sind zum Herausnehmen eingerichtet, um die Kette kürzer zu machen. Besser würde es zum Längen und Verkürzen der Kette seyn, eine solche Stell-Vorrichtung zu machen, wie bey dem Schaufelwerke §. 10. angegeben ist, wodurch sich die obere Welle höher und niedriger stellen ließe.

Diese Delonsche Baggermaschine hat *Cessart* zur Aufförderung des Grundes bey dem Bau der Schleuse zu Diepe gebraucht und selbst Strandkiesel (galets) ausgehoben. Er gebrauchte dazu 7 Mann, welche täglich auf eine Höhe von 18 Schuh 220 Cubik-Schuh gehoben haben.

Ist der Spühlstrom in einer Hafenstraße zur Austiefung eines sandigten oder schlammigten Bettes zu schwach, so bedient man sich, besonders in der Insel *Flacquée* in Holland Tab. 46., eines eisernen, mit Stacheln versehenen Rahmens, welcher vertical am Ende des hintern Schiffstheils herunter gelassen wird. Vor dem Schiff wird aber in das Wasser hinein ein Segel herabgelassen, gegen welches der Strom anstößt, folglich das Schiff oder den Prahmen und den Slammkratzer stromabwärts ziehen. Hierdurch entstehen also in den Schlamm so viel Furchen, als die Vorrichtung Zähne hat, und die dem Strom das Fortschwemmen des Schlammes erleichtern. Diese Maschine heißt in Holland ein *Krabelaar*. Eine ähnliche Vorrichtung, deren sich *Perronet* bediente, ist in den Figuren 69. und 70. gezeichnet Tab. 84.

Diesen beyden Maschinen ist indessen der Gebrauch der Anker, welche man mit Pferden durch den Grund reißt, vorzuziehn. Es wird nämlich ein etwa 245 Pf. schwerer Anker dergestalt auf das Flußbett gesenkt, daß zwey Flügel desselben in den Grund eingreifen. An dem Ankerstiel wird ein Zugseil befestigt, woran sechs kleine Seile gebunden werden, um an jegliches ein Pferd zu spannen. Ich habe auf diese Weise Durchstiche schnell vertiefen lassen, die Material hatten, welches $\frac{1}{8}$ bis 1 Pfund wog. Das Anker schnitt darin 2 $\frac{1}{2}$ Schuh tiefe Furchen und schob den Kies stets vor sich her. Die kleinern Kiesel wurden erst bey 6′ Geschwindigkeit, die größten bey 8′ fortgerollt. Während der Anker durch den Leitcanal oder Durchstich geschleppt wurde, schlug die stark bewegte Wassermasse an die Ufer, drehte sich in Wiederströme und riß das kleine Material besser mit sich fort. Diese vortreffliche Methode, die Flüsse zu vertiefen, kann auch mit noch schwereren Ankern bewerkstelligt werden, und ist vorzüglich daselbst, wo das Fahrwasser mit Kiesel, Sand und Schlamm angefüllt ist und der Strom eine hinreichende Geschwindigkeit hat, um das aufgelockerte Material fortzuwälzen oder in den vertieftten Furchen stärker zu wirken, also auch bey reissenden Strömen — mit Nutzen in Ausübung zu bringen.

§. 134. Bey den mit einer geringen Geschwindigkeit fliessenden Gewässern und in Canälen, wächst öfters viel Schilf, Rohr und Wasserpflanzen aller Art. So viel es thunlich ist muß zwar ihr Wachsthum mit Ausbreitung von Kalch, Eisenschlacken,

Kies, Ziegelgraus und Steinkohlen, und durch eine gröſsere Tiefe, verhindert werden. Auch schneidet man dieselben mit der Sense und Sichel ab. Wo dieſs aber nicht thunlich ist, daselbst müssen Maschinen gebraucht werden. Dieselben können aus Sicheln und Einrichtungen bestehen, wie sie in Fig. 47 u. 48. Tab. 100. dargestellt, und die auf dem mittäglichen Canal im Gebrauch sind.

§. 135. Wir kommen also jetzt zur Aushebung der Steine aus Flüssen und Canälen. Dasselbe geschieht 1) mit der *Steinzange*, Fig. 41. Tab. 100.; 2) mit der *Steinklaue*, Fig. XXIX u. XL. Diese letztere Maschine kann mittelst der Hängsäule *a* Fig. XL., den darin befindlichen Löchern *b*, wodurch der Zapfen von der Scheibe *c* gesteckt wird, und den Rollen *e* und *f*, in die tiefesten Stellen des Flusses hinabgelassen werden, wo alsdann diese Säule *a* zwischen den zwey Streben *d* (es ist hier nur eine sichtbar) und den Rollen *e*, *f*, vertical hängt. Ist diese Klaue mit der Erdwinde *g* und dem Zugseile *h* dergestalt zugezogen, daſs sie den zu hebenden Stein faſst, so wird das Zugseil immer straffer angespannt, und die Säule *a* steigt zwischen dem Seil *i* so weit herauf, als es nöthig ist. Wenn man statt der Zangen *h* an eisernen Rahmen Drathnetze anbringt, so kann man diese Maschinen auch zur Aufförderung des Schlammes und Sandes gebrauchen.

§. 136. Die Hebekeile Tab. 100. Fig. 30., *b*, *c*, werden folgender Maſsen zur Aufhebung der Steine gebraucht. In dem zu hebenden Stein *a* wird ein 9 Zoll tiefes, und ein 2 bis 3 Zoll weites Loch gebohrt. Darin wird zuerst der Keil *c*, welcher mittelst einer Kette *f* mit dem Zugseil *e* verbunden ist, gesteckt, dessen eine Hälfte nach der Wand des Bohrloches, und die andere schräg und glatt gebildet ist. Längs diesem wird der in einer runden Stange *d d* auslaufende *Treibkeil b*, in das *Bohrloch* hinab getrieben, und beyde Keile werden mit einem Seile bey *g* umwunden. Jetzt wird die Erdwinde *h* in Bewegung gesetzt, der Stein auf- und die Keile heraus gezogen, um abermahls gebraucht zu werden. Will man die Kraft vergröſsern, so mögen dabey die in dieser Abtheilung beschriebenen Zugmaschinen angewendet werden. Einer ähnlichen Methode hat sich Smeaton bey dem Bau auf dem Edyston-Felsen, die S. 194. beschrieben ist, bedient. In dem Fahrwasser der Flüsse müssen jedoch Arbeiten der Art, wo möglich, während den niedrigsten Wasserständen, also vorzüglich des Winters und nach den Sommerfluthen, geschehen.

§. 137. Will man groſse *Baumstöcke*, *versunkene Schiffe*, oder auch fest stehende Pfähle aus dem Wasser und dem Grunde heben, so werden zwey mit Pumpen versehene alte Schiffe oder Prahmen, so tief als möglich, durch Einfüllung von Wasser getaucht, dann werden daran und das zu hebende Stück starke Taue straff angebunden; jetzt leert man die Prahmen vom Wasser, und der hydrostatische Druck des darunter stehenden Wassers hebt dieselben empor, folglich auch den Baumstock u. dergl. Dieses Manöver ist zwar sicher, aber begreiflich langsam, da man es öfters wiederholen muſs. Statt der alten Schiffe kann man auch groſse Tonnen anwenden,

und diese dürften, in manchen Fällen, die zur Flotthaltung der Schiffe, welche von *Amsterdam* über den *Pampus* gehen, dienenden Halbschiffe (*Kameele* genannt), ersetzen können.

§. 138. *Die Maschinen und Werkzeuge, welche gebraucht werden, um den Grund unterm Wasser zu ebnen,* damit auf den geebneten Boden ein Bauwerk errichtet werde, begreifen zugleich diejenigen, womit man den Schlamm, die Steine und den Sand, aus den stehenden und fliessenden Gewässer auffördert: folglich kann man dazu die *Steinklaue*, die *Steinzange*, die *Schraube* und die *Baggermaschinen* aller Art zählen.

Das einfachste und sicherste Verfahren, den Grund unter Wasser zn ebenen oder zusammen zu pressen, ist das beym Bau der Schiffsdocke zu Toulon angewendete, wobey der Rammklotz auf einen durch eine hölzerne Röhre gehenden Untersatz oder Knecht, oder durch diese Röhre selbst, herabfiel, beschrieben ist. Die vordere Fläche des Knechtes muſs wenigstens vier Quadrat-Schuh groſs seyn. Alsdann setzt man ihn vertical, und schlägt darauf mit dem Rammklotze. Soll auf dem so zusammen gepreſsten Grunde ein leichtes Bauwerk aufgeführt werden, so ist der Rammklotz 200 Pfund schwer, folglich eine leicht zu verrückende Zugramme zu nehmen. Dieselbe kann aber auch auf einem über ein fest stehendes Gerüste, oder auf ein Floſs gesetzten Rollwagen gestellt werden, damit sie leicht hin- und hergeschoben werden kann. Je nach der Schwere der errichtenden Baukörpers vergröſsere man die Schwere des Rammklotzes.

§. 139. Auf eine ähnliche Art hat man mittelst eines an einen hölzernen Stiel, der oben Handhaben *d e* (Fig. XX. *b* Tab. 83.) hatte, befestigten platten Steines den Grund *i* bey dem groſsen Fangedamme zu Carlscrona festgestampft. Der verticale Stiel *a b* machte eine Rinne, durch welcher der Rammklotz bey Toulon fiel, oder wodurch auch der Knecht, auf welchen dieser fiel, entbehrlich.

§. 140. Bey dem Bau der Brücke zu *Moulines* über den Allier-Fluſs bediente sich *Régémortes* folgender Maschine, die auf Tab. 82. (la machine à regaler) im Grund- und Aufriſs dargestellt ist. Sie bestand aus einer flachen Ponton, worauf zuerst die mit den Rahmhölzern *c c* in Verbindung gebrachten vier Schwellhölzer *a a* gelegt, welche durch zwey Traghölzer *b b*, mittelst Schrauben, auf den bestimmten Abstand, in welchen sich der Ständer oder verticale Träger *d d* bewegen konnte, gehalten wurden. Auf jeden Rand des Pontons war noch ein anderes Holz *e* gelegt, worauf die Schrauben *f f* standen, die durch das Holzstück *g* giengen, worin sich die Schraubenmutter befindet. Dieselbe berührte den Rahmriegel *h h*, welcher mittelst der Schraube *i* auf die verticalen Hölzer befestiget war. Diese letzteren trugen eine groſse unterhalb stark mit Eisen beschlagene Planke *k*. An den Ringen *m* war ein Seil befestigt, welches um eine auf das Ufer horizontal liegende Winde lief. Diese Einrichtung war an beyden Seiten der Maschine, wie der Grundriſs zeigt, dieselbe.

Die verticalen Träger *d d* waren in Linien eingetheilt, damit man sehen konnte, ob die sogenannten Schaufeln *k l* mittelst den Schrauben *f f* horizontal gestellt waren. Nun wurden diese zwey Schaufel und Bretter etwas in den Sand herunter gelassen, und die Maschine ward mittelst der Winde nach dem einen Ufer zugezogen. Sie schob daher den Sand vor sich hin, und preſste ihn gleichförmig. Dieses Manöver wurde dann nach dem andern Ufer zu wiederholt, bis der Boden geebnet war. Der Sand, welcher sich in der Mitte des zu ebnenden mit Fangedämmen umschlossenen Bezirkes aufhäufte, wurde mit der §. 134. beschriebenen Baggermaschine aufgefördert.

§. 141. Die Oberfläche eines Grundes kann dadurch geebnet werden, daſs man die hervorstehenden Theile wegnimmt, die Tiefen zufüllt, oder beydes zugleich bewerkstelliget. Bey der Spühlschleuse von Dieppe Tab. 79., die in einem Kasten und ohne Pfahlrost gebauet werden sollte, war die Ebnung und Pressung durchaus nothwendig, um die Kästen, d. i., den Balkengrund der Schleuse horizontal zu legen. Cessart erbaute diese Schleuse, indem er die Tiefen Stellen mit Kiesel ausfüllte. Nachdem nun der Grund 23 Fuſs unter die Hochfluth, auf diese Weise, möglichst geebnet war, wurde auf eine mit Brettern belegte Rüstung Fig. XVIII. Tab. 79., längs der Welle *a*, ein trichterförmiger aus vier langen Hölzern und mehrern Querhölzern zusammen gesetzte Kasten gemacht, welcher auf diese Rüstung von vier Walzenrädern Fig. XXXII. getragen wurde, und hin und her geschoben werden konnte. Am untern Ende dieser Vorrichtung war eine Art von Rost, der aus eisernen Stangen, die zwey Zoll Oefnnng zwischen sich liessen, und welcher mit Hülfe zweyer Walzen über die Kiesel hin und her glitt, folglich dieselben ebnete und zugleich zusammen preſste, und während dieses geschah, wurden solche Kiesel in diesen Kasten geworfen, welcher durch diesen Rost (den Cessart siehe dessen Description des travaux hydrauliques Tom. II. p. 106. *crible* nennt) fielen. Damit man nun auch in Erfahrung brachte, wo die tiefern Stellen des Grundes eine mehrere Ausfüllung bedurften, so wurden in diesem Kasten vier unten knaulförmig endende Sonden gestellt. Auf diese Kiesellagen wurde eine 6 Zoll dicke Thonschichte geworfen. Zu der Einwerfung dieses Thons gebrauchte man eben den Rollwagen, den man zur Tragung des trichterförmigen oder prismatischen Kastens, zur Einwerfung der Kiesel und zur Tragung der Delonschen Baggermaschine gebraucht hatte. Die ganze Vorrichtung war derjenigen ähnlich, welche Regemortes bey der Brücke von Moullines s. Tab. 82. la machine de regaler, gebraucht hat. Der eingeworfene Thon war vorher getrocknet und pulverisirt.

Diese Grundebnung steht aber der bey der Docke von Toulon ausgeübten weit nach. Ja, der bald erfolgte Einsturz der Schleuse zu Dieppe hat zur Genüge bewiesen, daſs die Fundirung zu leicht bewerkstelliget sey.

§. 142. Statt der Ebenung eines weichen Grundes und dessen Zusammenpressung ist es daher nothwendig, diesen Grund auszuheben und ein Lager von Mauerschutt und Sinkstücken, mit Rammklötzen, welche durch Röhren gehen, fest zu stampfen. Hierauf wird man eher mit Sicherheit Bauwerke aufführen können, als auf einen blos geebneten, und etwas zusammen gepreſsten Grunde. Aber zur Lagerung der Sinkstücke kann man eine solche Grundebenung vornehmen, um denselben eine gleiche Dicke zu geben. Auch da, wo der Grund zwischen Grundpfählen geebnet werden muſs, kann dieselbe von Nutzen seyn.

§. 143. Die Fluſsbette von den darin stehenden Pfählen zu reinigen, dazu hatte man bisher die kostbarsten Methoden, wozu die Schraube, der Wuchtbaum, oder Flaschenzüge gebraucht wurden, angewendet. Bey dem Bau von den vielen Bogenbrücken, die ich in Baiern ausführen lieſs, würde die Ausziehung mehrerer hundert Gerüstpfähle bedeutende Kosten verursacht haben, wenn ich nicht ein anderes wohlfeiles Mittel in Ausübung gebracht hätte. Ich habe nämlich die Gerüstpfähle *abbrechen* lassen, und gefunden: daſs der Bruch der Pfähle, selbst in dem kiesigen Boden unserer Flüsse, mehrere Schuh unter der Oberfläche des Fluſsbettes statt fand, so daſs die Pfahlreste auch noch dann, wenn die Flüsse sich in der Zukunft vertiefen, für die Schifffahrt keinen Nachtheil bringen können. Zwey Bedingungen müssen jedoch bey dem Abbrechen der Pfähle statt finden: 1) muſs die Wassertiefe wenigstens vier Schuh betragen, und 2) der aus dem Grunde hervorstehende Pfahltheil ein Drittheil länger seyn, als der im Grunde stechende, damit die an dessen oberes Ende angebrachte Kraft vermögend sey, den Pfahl gleich über den Boden oder einige Schuh tief in denselben hinein, abzubrechen; denn in dem entgegengesetzten Falle würde der obere abzusprengende Theil des Pfahles, d. i. der Hebelsarm in Verhältniſs des in dem Grund stechenden Theiles, nicht lang genug seyn, um eine solche Schwingung zu erhalten, vermittelst welcher die Fibern seines Holzes zersprengt werden.

Dieses *Abbrechen* oder *zersprengen* der Pfähle habe ich durch dreyerley Mittel in Ausübung gebracht. 1) Lieſs ich um das obere Ende eines Gerüstpfahles das 1 ½ Zoll dicke Zugseil schlingen, und vom Lande aus mit 46 Mann ruchweise anziehen, nachdem dasselbe mit seinem andern Ende um einen Baum oder um einen eingerammten Pfahl geschlungen war. Dieses Seil würde nämlich seine Spannkraft verlohren haben, während die ziehenden Arbeiter sich vorwärts bücken; es muſste daher das um den Baum geschlungene Seilende von 8 oder 10 Mann stets straff angezogen werden. Mit 23 oder 24 Rucken oder Anziehungen brachen die Pfähle, bey einem sehr festen Grunde oberhalb dem Fluſsbette, und bey einem nachgebenden, 3 bis 8 Fuſs im Boden. Zu jeder Anziehung wurden 4 bis 5 Sekunden gebraucht, so daſs allemal ein Pfahl in einer Minute 40 Sekunden abgesprengt war. Ja bey Absprengung von 31 Gerüstpfählen der neuen Bogenbrücke zu *Neu-Oettingen* von fünf Oeff-

nungen, jede zu 107 schuh weite, deren stärke 10 bis 13 zoll betrug, gebrauchten 40 bis 60 Mann 5 stunden und 10 Minuten zeit.

Die zweyte Methode besteht darin, daſs auf dem ufer eine Erdwinde an einigen eingerammten Pfählen befestiget wird. Dann schlingt man um den obern Theil des Pfahles das zugseil, und zieht dieses vermittelst der Erdwinde, woran 10 bis 12 Mann gestellt werden, so lange bis der Pfahl bricht.

§. 144. Das dritte Manöver des Absprengens kann vermittelst eines 30 bis 40 schuh langen Balkens oder Hebels und einer Erdwinde, bewerkstelligt werden, welches ich mit 4 bis 6 Mann habe vollziehen lassen. Es werden nämlich am ufer 4 bis 6 Pfähle dergestalt eingerammt, damit das eine Ende des Hebels zwischen demselben beweglich ist; dann wird der Hebel auf ein unterlager von Dielen gelegt, und einige schuh von diesen Pfählen ab wird das an das obere Ende des abzusprengenden Pfahles befestigte zugseil geschlungen. Dieses seil wird ferner längs dem Hebel gelegt, und um dessen zweytes Ende geschürzt, von wo es nach der welle der Erdwinde läuft. Jetzt wird diese umgedreht, folglich das zugseil angespannt, und so bricht der Pfahl ab. Bey diesem Manöver, welches in zwey Minuten vollzogen wurde, muſs der hintere Theil von dem schwellwerk der Erdwinde an einem eingerammten Pfahl oder auf eine andere Art befestiget werden, damit er nicht aufspringen kann, weil sonst die Erdwinde sich aufheben und der eine oder andere von denen durch ihre welle gesteckten Hebel zuvückspringen und die Arbeiter tödlich beschädigen könne. Die unterlassung dieser vorsicht, hat bey Absprengung der Grundpfähle der bey *zolling* über die *Amper* erbauten Bogenbrücke, einem Arbeiter das Leben gekostet, und ein anderer wurde beschädigt.

§. 145. Wendet man das eine oder andere Manöver bey solchen Pfählen an, die nur 3 bis 5 schuh in den Boden stecken, und aus Eichenholz bestehen, welches nicht so leicht bricht, so kann man dieselbe (selbst mehrere Pfähle zugleich) mit ihrem eisernen Pfahlschuh herausreissen.

Bey der über die *Donau* bey *Neuburg* aus einem Bogen von 162 schuh oeffnung im Jahre 1810 erbauten Bogenbrücke lieſs ich die Joche der alten Brücke zu Gerüstpfählen benutzen. Sie bestanden aus vierkantigem Eichenholz, waren 15 zoll stark, hatten einen Pfahlschuh von 60 Pfund schwere, und waren 16 bis 18 zoll in den Felsen eingerammt. Diese Pfähle sollten nach der zweyten Methode mit der Erdwinde gesprengt werden. Anfänglich lieſs ich, weil sie vom strome schon bewegt wurden, um zwey Pfähle zugleich das zugseil schlingen. Diese wurden in zwey Minuten, zwar nicht abgesprengt, aber was noch besser war, unversehrt mit ihren Pfahlschuhen aus den Grund heraus gerissen. Jetzt lieſs ich um 11 Pfähle zugleich das zugseil schlingen, und auch diese wurden, nach vier Minuten, mit ihren Pfahlschuhen, ausgebrochen. Bey zwey Jochen der alten Brücke wurde eben dieses be-

wirkt, und bey dem dritten sprengte man die Pfähle ab. Die Pfahlschuhe habe ich nachher bey der über den *Inn bey Rosenheim* erbauten Bogenbrücke benutzt.

§. 146. Dieses Absprengen der Pfähle kann bey einem Kriege von unendlichem Nutzen seyn! Es verdient daher von allen einsichtsvollen Officiers die gröſste Aufmerksamkeit. Wenn bis jetzt eine Armee sich zurückzog, und die Brücken für den Feind unbrauchbar gemacht werden sollten, so wurden Pechkränze an die Brücke befestigt und man zündete dieselbe an. Begreiflich konnte, wenn auch das Holz trocken und die Witterung gut war, die Brücke nicht weiter als bis zur Oberfläche des Wassers abbrennen. Der Feind schifftete auf den Pfahlresten neue Hölzer auf, und so wurden die gröſsten Brücken in 48 bis 60 Stunden wieder hergestellt, und so verfolgte er die fliehende Armee und holte sie ein! Wäre aber eines von diesen Mitteln angewendet, so hätte er viele Pontons mitführen müssen, welche den Marsch verspäten und eine zahlreiche Bespannung nothwendig machen muſste, oder es wären zur Errichtung einer stehenden Brücke vierzehn bis 21 Tage Zeit nothwendig gewesen.

SIEBENTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

WEHR- UND SCHLEUSENBAUKUNDE.

EINLEITUNG.

§. 1.

Wenn man erwägt, daſs die *wehre* und *schleusen* nicht bloſs bey der Anlegung von canälen, sondern auch beym Hafenbau, bey der Anlage der durch ein aufgestautes wasser getriebenen Maschinen, bey der schiffbarmachung der Flüsse, und bey vielen andern wasserbauunternehmungen vorkommen, so ist es einleuchtend, daſs die Lehre von ihrem vortheilhaften Baue *eine eigene Abtheilung* der *wasserbaukunst ausmachen müsse.* Insofern es nun beym Bau der wehre und schleusen vorzüglich ankömmt 1) auf die gute Auswahl der Baumaterialien, 2) auf die Abhaltung des wassers von den Baugruben, 3) auf die sicherstellung gegen das Eindringen des Grundwassers, und 4) auf die gute Aufführung der Mauern, so glaube ich diese, allen übrigen Abtheilungen der wasserbaukunst angehörigen Gegenstände in dieser Abtheilung, in drey Kapiteln, abhandeln zu müssen, bevor ich zu der Lehre von der Anlage der wehre und des Baues der schleusen selbst komme.

ERSTES KAPITEL

Von den zu wasserbauwerken aller Art nothwendigen Baumaterialien u. s. w.

Erstens:

Vom Bauholze.

§. 2.

In Hinsicht der Dauer verdient das *Eichenholz* (guercus) den Vorzug vor allen übrigen Bauhölzern; insbesondere ist dasselbe zum Grundbau und zu solchen Bauwerken, die öfters der Nässe, Sonne und Luft, abwechselnd, ausgesetzt werden, vortrefflich. Da hingegen ist es nicht so elastisch, als Nadelholz und deswegen zu den Curven der Bogenbrücken nicht so geschickt, wiewohl es sich, nach meinen Versuchen, so weit krümmen läſst, daſs sich die Höhe der Krümmung zur Länge des Balkens wie 1 : 26 verhält. Ja, ich habe es auch zu den Curven der Bogenbrücken angewendet! Kann man das Eichenholz, vor dem Gebrauche, 6 Monath über in von Kalch befreyten Wasser liegen lassen, so nimmt es an Härte zu. Wiewohl es horizontal gelegt, seiner kurzen Fasern wegen, $\frac{1}{5}$ weniger Tragkraft hat, als das kieferne, so ist diese, wenn man es horizontal an den Enden auf Unterlager legt, bey gesundem Eichenholze, noch sehr groſs. So wurde z. B. ein 24 $\frac{1}{2}$ Fuſs langer, 10 bis 11 $\frac{1}{2}$ Zoll starker, 23 Schuh freyliegender Balken (von Büffon) mit 7591 Pfund, in der Mitte beschwert und er bog sich nur 2 $\frac{1}{2}$ Zoll. Ein anderer von gleicher Länge, 12 à 11 Zoll stark, wurde von gleicher, in dessen Mitte angebrachter Belastung, nur einen Zoll gebogen. Ein 12 à 15 Zoll starker und 37′ 5″ langer Balken verlohr (nach meinem Verfahren) erst bey 18 Zoll Krümmungshöhe, seine Elasticität. Vorzüglich wird aber die Tragkraft der Bauhölzer vermehrt, wenn man ihre Enden in Mauern eingehen läſst, zwischen Schwellen einspannt, oder in der Mitte in eine Tragschwelle legt, damit sie mit ihren Enden sich nicht aufluften und jeder Balken nicht einzeln in Schwingung geräth oder die Last trägt. Hievon habe ich bereits in den Beyträgen zur Brückenbaukunde die praktische Anwendung gezeigt.

Die geringe Elasticität des Eichenholzes entsteht nun aus der Sprödigkeit und Kürze seiner Fibern, so wie auch daraus, daſs es nicht ein solches Harz, wie die Nadelhölzer hat, welches dieselben biegsam erhält, folglich ihre Elasticität bewirkt; wohl aber in seinen Saftröhren eine alcalische Flüssigkeit befindlich ist, die seinen Fibern eine ziemliche Biegsamkeit und Preſsbarkeit aneignet. Dasselbe hat daher weniger

Elastizität, als das harzige langfibrigte Nadelholz, und seine Tragkraft besteht vorzüglich in der festen Cohärenz seiner Fibern, wo hingegen bey jenem Holze der Harz die Elastizität sehr vermehrt. Will man indessen das Eichenholz *stark* krümmen, so geschieht dies vermittelst Erwärmung durch Feuer. Dieselbe muſs jedoch nur zu einer mäſsigen Temperatur wachsen, und das Feuer muſs etwa nur $\frac{1}{2}$ Stunde darunter, in einer Entfernung von einigen Schuhen, anfänglich in hellen Flammen aufschlagen, und dann nur auflodern. Ist auf diese Weise das Holz gelinde erwärmt (gebähnt), so wird es sehr weich, und läſst sich bequem biegen. Wird die Erwärmung aber auf einen hohen Grad getrieben, so erhärtet dasselbe, weswegen man die hölzernen eichenen, zu den Bogenbrücken dienenden Spannkeile, auf Feuer röstet, um sie zu härten. Diese Erfahrung hat jeder Böttcher beym Bereiffen der Fässer. Er macht im Innern des Fasses ein gelindes Feuer, erst ein Flammen- dann ein Rauchfeuer, erweicht so die einzelnen Faſsstäbe, damit sie die Krümmung der Reifen annehmen, und sich an dieselben anlegen. Die gröſste Zusammenpressung und Biegung mit allen Arten von Hölzern kann jedoch bewirkt werden, wenn man sie kocht. Ein Verfahren, dessen man sich nur mit kleinen Stücken, und besonders mit den kleinen in künstlichen Gefäſsen befindlichen Kugeln bedient, die nachdem sie wieder trocken werden, sich vergröſsern, vorher mit einem Schraubstock zusammen gepreſst, und durch kleinere Oeffnung gezwängt sind.

Zu den Grund- und Stützpfählen, zu den Schwellrosten, zu den Trag- Verbindungs- Spann- und Stützschwellen, so wie zu den Stützsäulen und Windruthen bey Bogenbrücken, ist das *Eichenholz*, seiner Dauer und Festigkeit wegen, vorzüglich brauchbar, und den Nadelhölzern vorzuziehen. Ja! je schwerer das Holz ist, desto besser ist es zu jenen Theilen einer Bogenbrücke, und zu allen Grundbauten. So kann man nach der Schwere die Güte einer und derselben Holzgattung zum sichersten beurtheilen. Es ist daher auch die *Stein-* und *Taubeneiche* (quercus rubor) dauerhafter, als die *Hasel-* oder *Stiehleiche* (quercus foemina), denn das Holz von dieser ist etwa $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{8}$ leichter, als von jener.

Ich will daher die Schwere einiger Bauhölzer in Baiern anzeigen.

Holzgattung.	Vierzehn Tage nachdem das Holz gehauen war, wog ein Cubik-Schuh der Hölzer in baier. Pfunden. *)	Drey Monate der Luft ausgesetzt.	Im getrockneten Zustande.
Eichen.	46	44	$30\frac{3}{4}$ bis 31
Lerchen.	42	40	30
Kiefern.	40	30	21
Tannen.	41	26	20
Fichten.	26	23	$19\frac{3}{4}$ bis 20

*) Der baierische Cubik-Fuſs wog an baierischen Pfunden 46 = 2244951 Centigr. Der baierische Schuh verhält sich zum Pariser wie $129\frac{6}{10}$ zu 144, $\frac{38}{100}$; und tausend baierische Pfunde machen 56123796 Centigrames, so daſs 46 Pfund baierisch 2244951 centigr. betragen.

§. 3. Das *Lerchenholz* *) verdient wegen seiner Elasticität, Tragbarkeit und Dauer, sowohl im Wasser als in freyer Luft, den Vorzug vor allen übrigen Nadelhölzern, und kann zum Bau der Bogenbrücken nicht genug empfohlen werden. *Lerchen*, die auf den untern grasreichen Abhängen der Gebirge wachsen, heifsen *Graslerchen*; deren Holz bey weitem nicht so röthlich, hart, schwer und dauerhaft ist, als von denen, die auf den Kalkgebirgen fortkommen, und die man *Steinlerchen* nennt. Jenen ihr Holz ist weislichter! Ist die Rinde des Lerchenbaumes, der vorzugsweise in den Gebirgen des südlichen Europa's wächst und im nördlichen Teutschland nur in Prachtgärten angetroffen wird, röthlicht, so heifst der Baum die Rothlerche oder Steinlerche. Die an den vorigjährigen Trieben in Büscheln wachsenden Nadeln der Lerche sind viel hellgrüner, und weit feiner als die der übrigen Nadelhölzer; sie entspringen aus einer gemeinschaftlichen Knospe, und fallen im Winter ab, welches bey den übrigen Nadelhölzern nicht eintritt. Die Fasern oder Fibern des Holzes sind breit, und die harzigten haben eine hochgelbe Farbe; der Splint ist weislicht, und beträgt etwa den achtzehnten Theil von der Dicke des Schaftes. Ihre hellbraunen Saamenkapseln sind mehr oval, und nicht so spitzig, wie die der Kiefer.

§. 4. Die *Kiefer*, *Föhre*, *Förche* oder der *Kienbaum* verdient zum Bauwesen vorzüglich empfohlen zu werden, weil ihre Fibern viel Harz haben, daher elastisch sind, d. i., eine grofse Tragkraft ausüben, und im Wasser der Fäulnifs widerstehen. Das Kiefernholz dient wegen seiner Elasticität fast allein zu den Schiffsmasten! Ueber dieses Holz habe ich viele Erfahrungen bey den von mir ausgeführten Bogenbrücken aufgezeichnet, die dem 3ten Bande, so wie die von der Tragkraft des Lerchenholzes, vorbehalten bleiben. Doch will ich hier eine Beobachtung anführen. Ich liefs nämlich am 18. Juny 1811 auf dem Werkplatze zu der Rosenheimer Inn-Bogenbrücke einen 50 Schuh langen, 12 Zoll im Viereck starken, trockenen Balken, dergestalt zwischen zwey feste Widerlager krümmen, dafs dessen Krümmungs- oder Bogenhöhe sich zur Länge wie 1 : 20 verhielt. Jetzt liefs ich diese Curve in der Mitte auf der Oberfläche beschweren 1) mit 1700 Pfund, und sie senkte sich in der Mitte 17 Linien; 2) bey 3650 Pfund betrug die Senkung 22 Linien; 3) bey 7450 Pfund war die Senkung 34 Linien, und erst bey 13856 Pfund Beschwerung brach die Curve, und bey 12056 Pfund war der Bruch noch nicht erfolgt. Wie dieselbe aber ausser der Mitte sich bog, diefs werde ich im 3ten Bande mit Zeichnungen belegen. Der Cubik-Schuh dieses Holzes wog 25 Pfund.

Die Saamenkapseln der Kiefer haben eine Länge von zwey Zoll, und sind kegelförmig. Die Nadeln sind, unter den Nadelhölzern, die spitzigsten und längsten, stehen ohne Stiele an den Zweigen herum, und haben eine dunklere Farbe, als die der Lerche, aber eine hellere als die der Tanne und Fichte. Auf der Rinde haben

*) Vitruv. Lib. II. cap. IX. erzählt, dafs das Lerchenholz dem Feuer widerstehe. Wahrscheinlich hatten die Vertheidiger der Burg Larignum dieses Holz mit einer Feuer abhaltenden Masse überstrichen!

sie hervorstehende wurzeln, und stehen stark aufwärts. Das Holz der Kiefer ist röthlicher, als das der Tanne, aber nicht so röthlich, als das der Lerche. Die zweige dieses Baumes bilden eine Krone, fallen gröfstentheils auf $\frac{2}{3}$ der stammlänge ab, und sind mehr gegen das zopf- als stammende gerichtet. Die Rinde ist orange oder rothgelb und fein, unten am stamm ist sie gröber und aschgrau.

§. 5. Die *Tanne* widersteht im wasser der Fäulnifs, aber nur auf kurze zeit in der freyen Luft, es sey denn, dafs man sie mit einem Anstrich umgibt. Ihr Holz ist feinfaserigter, als das der Kiefer und Fichte; es trocknet aber langsamer aus. So habe ich ein stück von einem cubik-schuh grofs, 14 Tage nachdem das Holz gefällt war, wägen lassen, welches 41 Pfund schwer war, und das erst drey Monate später, nur 26 Pfund wog; wo hingegen das Fichtenholz bereits in drey wochen trockner und verhältnifsmässig leichter war. Daher mufs man das Tannenholz länger, als das übrige Nadelholz vor dem Gebrauche austrocknen lassen. Das Holz der Tannen ist im getrockneten zustande weislichter und weniger harzig, als das der Fichte, aber noch viel weniger als das der Kiefer. Daher ist es auch weniger elastisch, und kann nur im grünen zustande zu den curven der Bogenbrücken gebraucht werden. Die compacten Fibern fallen ins blafslederfarbene. Da dieses Holz verhältnifsmässig mehr an Gewicht im trocknen zustande abnimmt, als das andere Nadelholz, und längere zeit zum Austrocknen braucht, so ist es klar, dafs es von dem zwischen den Fasern zirculirenden Liquor oder saft mehr enthält, als die übrigen Nadelhölzer, folglich auch gröfsere Pori hat, und nicht so elastisch ist. Die öfters von der Erde pyramidalförmig bis zum Gipfel gehenden zweige der Tanne sind länger, und stehen nicht so stark aufwärts, als bey der Fichte und Kiefer, ihre Nadeln so wie die Rinde sind dunkler, als bey diesen.

Von der Tanne ist der saamen gröfser, als bey den übrigen Nadelhölzern, und die saamenkapseln sind aufwärts gerichtet. Die Nadeln stehen auf den zweigen und beyden seiten kammartig, aber einzeln in zweyfachen Reihen fast horizontal übereinander. Sie sind breit gedrückt, nicht stechend, auf der oberfläche dunkelgrün und glänzend, auf der untern seite mit weissen, vertieften, und drey grünen erhabenen zarten streifen bezeichnet.

§. 6. Die *Fichte*, deren Nadeln breiter und deren Holz feinfaserigter ist, als das der Kiefer, erhält sich besser in der Luft als im wasser, und ist daher zu den Bogenhölzern, nicht aber zum Grundbau, dem Tannenholze vorzuziehen. Ihre compacten lederfarbigen oder ins gelblichte fallenden und Harz enthaltenden Fibern stehen näher zusammen, als die hochgelben Fibern der Kiefer. Der Fichte ihre weichen oder weissen Fasern bilden schmälere streifen als die noch weichern Fasern der Tanne. Die Fichte wächst auf den vorgebirgen und auf den Ebenen im südlichen Europa vorzüglich. Ihre Rinde ist aschgrau oder braunroth, und an dem stamme halten sich nicht so viele zweige, als an dem stamme der Tanne, sondern sie

trennen sich davon bis auf eine gewisse Höhe. Der Fichte saamenkapseln oder Zapfen hängen niederwärts. Da dieser Baum in unsern Gegenden sehr häufig ist, so wird der Ingenieur genöthigt, sich desselben öfterer als er wünscht, zu bedienen. Wiewohl das Holz der Fichte länger im Freyen dauert, als das der Tanne, und es sich seiner Elasticität wegen stark krümmen läſst, so ist es doch nicht dauerhaft, und im Wasser bey weitem nicht so, als die übrigen Nadelhölzer. Indessen ist dasselbe auch getrocknet sehr elastisch! So habe ich einen 53½ Fuſs langen und 15 Zoll starken trockenen Balken dergestalt krümmen lassen, daſs dessen Krümmunghöhe $\frac{1}{30}$ Theil der Länge betrug.

§. 7. Ausser der Elasticität haben die bis jetzt erwähnten Hölzer auch noch die Eigenschaft, daſs sie bedeutend preſsbar, daher ihre Fibern ausdehnbar sind, worüber ich mehrere Versuche, im Groſsen, angestellt habe, von denen ich einige in den Beyträgen zur Brückenbaukunde anführte, und die ich im 3ten Bande, beym Brückenbau, mitzutheilen gedenke. So hatten sich bey drey übereinander gebogenen Curvenhölzern der Freysinger Isarbrücke, die aus zwey Bögen, jeder von 159 Fuſs Oeffnung besteht, die Fibern dergestalt, bey dem Krümmungs-Manöver, verändert: daſs nach der bewirkten Krümmung die Höhe des obern Balkens drey Linien stärker, des mittlern sechs Linien, und des untern drey Linien schwächer geworden war; ferner hatten sich die Fibern nach der Breite ausgedehnt.

§. 8. Das *Erlenholz* ist besonders zu Pfahl- und Schwellrosten und zu Wasserröhren gut, (zu diesen letztern nimmt man auch die *Ulme*, *Kiefer* und *Esche*) weil es der Fäulniſs widersteht, in der Luft aber nicht dauert; zum Pfahlgrunde kann man die *Buche*, den *Platan*, die *Esche* und *Ulme*, welche alle, grün biegsam sind, (denn sie nehmen sehr an Härte zu, sobald sie ihren Saft verloren haben, das ist, ausgetrocknet sind) die *Rüster*, so wie die *Erle* und *Pappel* gebrauchen, im Fall es an Eichen, Lerchen, Kiefern und Tannen fehlt. Zu dem Bau der Bogenbrücken sind sie aber nicht geschickt.

Der *Buchen* giebt es zweyerley, nämlich 1) die *Rothbuche*, welche schlank aufwächst und eine harte Rinde hat, und 2) die *Weiſsbuche*, welche mehr in gröſsern Zweigen auswächst und ein härteres Holz als die Rothbuche hat. Dieses letztere wird vorzüglich zu den Kämmen in den Maschinen und von den Wagnern gebraucht. Die Kennzeichen des guten Buchen-Holzes sind beynahe eben die nämlichen, als bey dem Nadelholze. Nur muſs es grün zum Grundbau gebraucht oder behauen werden, weil es sonst, der zunehmenden Härte wegen, schwerer zu behauen ist, und sich, so wie es trocknet, krümmen wird.

§. 9. Ist das Holz stets mit Wasser oder Grund bedeckt, und den Einwirkungen der Atmosphäre und Sonne entzogen, so fault es nicht, von welcher Gattung man auch wählen mag, als worüber ich viele Erfahrungen, beym Abbrechen älterer Bauwerke, anführen könnte.

§. 10. In vielen Fällen und insbesondere beym Brückenbau interessirt den Ingenieur die Tragkraft oder Elasticität des Bauholzes. Darüber habe ich nicht nur bey dem Bau der Bogenbrücken, wo die Hölzer sehr stark gebogen worden sind, wichtige Erfahrungen gesammelt, sondern auch viele Versuche angestellt, von denen ich im 4ten §. einige anführte und mehrere in den Beyträgen zur Brückenbaukunde angeführt habe, und die ich im dritten Bande zu vermehren hoffe. Ich will demnach diesen zum Brückenbau gehörigen Gegenstand hier nicht erschöpfen.

§. 11. Der verschiedenen Eigenschaften des Holzwuchses und einige Vorsichtsmaafsregeln bey seinem Gebrauche sind es, welche uns jetzt interessiren, um daraus für die Ausübung nützliche Resultate zu abstrahiren. 1) Wenn der *Schaft* oder *Stamm* eines Baumes untersucht wird, so findet man, dafs derselbe besteht a) in der Mitte aus dem *Kern* oder *Mark*, welches man auch das *Herz* nennt, und die eigentliche *Axe* des Schaftes bildet. Dieser Kern ist b) von den das Holz bildenden *Fibern* oder *Fasern*, die nach dem Querschnitte des Baumes, das ist, nach der *Hirnseite* (diese Fläche nennt man das Hirnholz) Ringe formiren, umgeben, und diese Ringe vermehren sich mit jedem Jahre um einen Ring, so dafs ihre Anzahl das Alter des Baumes, in den beynahe ausgewachsenen Querschnitten des Stammes, angeben; in welcher Hinsicht sie *Jahresringe* genannt werden. Und so wie sich die untern Queerschnitte des Stammes mit einem Ringe jährlich vermehren, wird auch die Rinde jährlich verstärkt, welche neue Anlage vom Bastringe ausgeht.

Zwischen diesen Jahresringen entdeckt man noch andere aber weichere und weifsere Holzfasern, die vielleicht die eigentlichen Saftröhren bilden; diese sowohl zu erkennen, als dafs die Jahresringe gegen den Umfang des Stammes, das ist, im Splinte besonders klein sind, dazu mufs man, bey Untersuchung des Hirnholzes, das Microscop mit zu Hülfe nehmen; auch um die Jahresringe, selbst bey den gröfsten Nadelholzbäumen, zu zählen. Ich zählte auf einem vor mir liegenden Stücke einer Lerche, 96 Jahresringe. 2) Der Kern steht jedoch nur in der Mitte des Schaftes bey denjenigen Bäumen, welche die gesundesten sind, gerade Fibern haben, und er verjüngt sich, je nach der conischen Gestalt des Stammes, von der Wurzel aufwärts. 3) Die Jahresringe sind daher an der einen Seite des Baumes öfters weit stärker, als an der entgegengesetzten, und der Querschnitt von mehreren Stämmen zeigen, dafs sie nicht allemal concentrisch mit der Axe, sondern gröfstentheils excentrisch liegen, und dafs diese Verschiedenheit nicht von der Exposition nach einer Weltgegend allein abhängig sey. 4) Allemal nimmt aber ihre Stärke und Härte von der Axe nach dem den *Splint* umgebenden *Baste* ab, weil sie dort älter als hier sind; dafs die Fasern gegen den Kern weit breiter, als gegen den Splint zu sind, habe ich durch viele Beobachtungen gefunden, wiewohl bekannte botanische Schriftsteller das Gegentheil behaupten. Ich sage wie ich es finde, und schöpfe gerne selbst aus der Quelle, die uns allen offen gliet! 5) Die äufsern Fasern des Stammes, welche aus den letzten Jahresringen be-

stehen, bilden solange eine weichere Holzmasse, als sie noch nicht die nämliche Härte, wie das übrige Holz erlangt haben, Sie sind daher von weifser Farbe, und geringerer Dichtigkeit. Man nennt diese neuen Ansätze der Holzringe oder Fasern den *splint*, welcher das feste Holz umgiebt, der etwa ein Achtzehntheil bis ein Neuntheil von dem Querschnitte des schaftes ausmacht und dessen Masse ein Fünfzehntheil der Tragkraft von dem festen Holze auszuüben vermögend ist. Daher läfst man ihn bey allen Grundpfählen an dem harten Holze und nimmt ihn nur von demjenigen Bauholze weg, welches mit scharfen Kanten behauen und der Luft ausgesetzt werden mufs. Uebrigens leistet rundes, unbehauenes Holz, nach meinen versuchen, einen weit gröfsern widerstand als behauenes, welches auch schon deswegen statt findet, weil viele äufsere Fibern beym Behauen zerschnitten werden. 6) Die Fasern bilden saftröhren oder Gefäfse, worin der resinöse saft emporsteigt. Da derselbe je nach der Exposition gegen die sonne wirksamer ist, so erhärtet der splint auf einer seite schneller (gewöhnlich auf der Nordseite), als auf der andern, und daher kömmt es denn, dafs derselbe auf jener seite dünner, als auf dieser ist. Aber nicht allein die Exposition des Baumes gegen die sonne, sondern auch der gesunde zustand der zweige und wurzeln und die Fruchtbarkeit der Erdtheile sind ursachen dieser Erscheinungen. Stocken die in den Fasern circulirenden resinösen und harzigen säfte, welche einen bittern Geschmack haben, und daher wesentlich zur Abwendung der Fäulnifs des Holzes beytragen, so kann der splint seine gehörige Festigkeit nicht erhalten, und nachdem die Exposition des Baumes gegen die sonne verbessert wird, d. i. etwa nach einer Auslichtung derer solchen Baum umgebenden Bäume, und die ihn in den schatten stellen, können neue Jahresringe um den splint und um diese abermals, unter dem Baste, ein zweyter splint entstehen. Hieraus läfst sich erklären: dafs einige Bäume einen doppelten splint haben, das ist, einen splint um den umfang des schaftes, und den andern in dem festen Holze selbst. Diese Erscheinung kann auch durch heftige Kälte bewirkt werden, indem dieselbe den saft im splint erstickt. 7) Der *Bast* besteht aus der innern, den splint umgebenden Haut der Rinde. 8) Diese Rinde hat gleichfalls saftgefäfse, und harte holzartige Röhren. Bey der Bildung von beyden — des Bastes und der Rinde — hat demnach der umgekehrte Procefs als bey der Holzbildung statt. 9) Sie schützen auch den weichen splint gegen die witterung. 10) Trennt man dieselben rund um einen Baum vom splinte ab, so stirbt der Baum selbst: denn die circulation seiner resinösen Bestandtheile ist gestört. Wir sehen hieraus, dafs diese mit den im Baste und in der Rinde befindlichen saftgefäfsen und mit den darin befindlichen safte selbst, in genauer verbindung stehen mufs. 11) Da das so bewirkte Absterben eines Baumes auf diese weise langsam vor sich geht, weil ihm nur ein Theil seines Bastes und seiner Rinde benommen ist, auch die Luft den saft nicht schnell austrocknen kann, so entsteht aus dieser operation, das ist, aus der wegnahme der Rinde und des Bastes rund um den Baum, nach ei-

nem schmalen striefen, der für die Baukunde wichtige umstand; dafs die Fasern des Holzes und selbst des splintes sich mehr erhärten. Hiezu trägt noch bey, dafs, indem die Ausdünstung der wässerigten Theile und die Anziehung der atmosphärischen Feuchtigkeit und Lebenskraft, welche die Blätter ausüben, mit dem Abfalle der Blätter oder Nadeln, welches nach der vollzogenen Abschälung des Bastes und der Rinde erfolgt, abnimmt, der Nahrungssaft nicht schnell verfliegt, sondern weit langsamer abstirbt, als wenn man den Baum umhaut und von der Rinde entblöfst. Durch dieses Mittel erhärtet sich nach der Erfahrung selbst der splint; es ist daher für das Bauwesen sehr wichtig. Um dasselbe aber in Ausübung zu bringen, dazu wird die Mitwirkung mehrerer Behörden und des Ministeriums unvermeidlich: denn gewöhnlich werden die Bau-Etats so spät, und die Bauhölzer noch später angewiesen, so dafs die Ingenieurs kaum zeit behalten, die Bäume schnell hauen zu lassen, damit die Hochgewässer und Eisgänge sie nicht bey ihren unternehmungen überraschen. Dieses Mittel führt bereits Vitruvius Lib. II. Cap. 9. an. Er will nämlich den Baum bis in des Markes Mitte einkerben, und den saft herauströpfeln, dann denselben nach einem Jahre umhauen lassen. Dies ist jedoch nicht anzurathen, denn der Baum kann vom winde umfallen (es sey denn, dafs man die gegenüberstehenden Einkerbungen in gewissen Entfernungen über einander einhauen läfst), und daher mufs man sich mit der Abschälung der Rinde und des Bastes begnügen, und ihn etwa nach einigen Monathen umhauen. 12) Steht nun der Baum in vollem safte, das ist, vom Frühling bis zum Herbste, so ist selbst dieses Experiment noch gewaltsam, und hieraus folgt: dafs man die zu Bauhölzern bestimmten Bäume nur *vom Herbste bis vor Eintritt des Frühlings* fällen dürfe. Diese Maafsregel ist jedoch nur ausführbar, wenn eine Bauführung nicht ein früheres oder späteres Fällen nothwendig macht. Das in der saftzeit gefällte Holz bekömmt auch, der Luft ausgesetzt, weit stärkere und tiefere Risse, als das im winter gefällte. Weil nun die Feuchtigkeit und Nässe in diese Risse eindringt, und so die Fäulnifs des Holzes leicht erzeugt wird: so sollte man die beste Fällzeit *) wählen. 13) Ferner mufs ein gefällter Baum nicht gleich von dem Baste entblöfst werden, weil er sodann starke Risse erhält. Aber die Abschälung darf auch nicht so lange anstehen, bis die Rinde in Fäulnifs übergeht und sich in dieselbe würmer ansetzen. Man sollte dieses Abschälen, der Erfahrung gemäfs, spätestens 14 Tage nach der Fällung bewirken, den Baum aber, wegen des leichtern Transportes, nicht aus dem Groben im walde behauen (bewaldrechten), weil die zimmerleute im walde wenig arbeiten, der Baum zweymal in Arbeit genommen werden mufs und das abgehauene Holz verlohren geht. 14) Sehr nachtheilig ist, der Fäulnifs und des wurmfrafses wegen, der Gebrauch, den ich in Baiern nur mit der gröfsen strenge abschaffen konnte, welcher darin besteht:

*) Man mufs jeden Baum so fällen und umwerfen, dafs der Wagen oder Schlitten seinem Stammende bequem zukommen kann, und dafs derselbe, im Fallen, nicht viele junge Bäume niederreifst.

dafs man den Rundhölzern die Rinde läfst, und die abgeschälten Bäume unter dem Brückenwege (dessen Hölzer ich *strafsenträger* nenne) dergestalt legt, dafs der splint alle Nässe erhält. Diesen splint mufs man schlechterdings von solchen der Einwirkung der Athmosphäre ausgesetzten Hölzern abhauen und die strafsenträger *oben sattelförmig behauen*, weil der splint leicht in Fäulnifs übergeht und die Nässe von dem sattel abfliefst; da hingegen kann der splint an allen Grundpfählen bleiben, weil er beständig in wasser gehalten oder von der Erde umgeben, nicht fault, und doch zur stärke oder Tragkraft des Pfahles beyträgt. Auch an den Jochpfählen der Brücken bleibt der splint stehen, aber man verschalt diese mit anderm Holze, um sie gegen die sonne und der abwechselnden Nässe und Trockne zu schützen, wie ich dies bey sehr vielen Bogenbrücken gethan habe. 15) Eben so nützlich wie das Fällen des Holzes nach den obigen Betrachtungen, und auch in ökonomischer Hinsicht, wegen der Beyfuhr über gefrorne Holzwege oder mit schlitten, zu einer zeit, worin der Landmann sich nicht mit dem Feldbau beschäftiget, ist, wird auch die vorsicht, das Bauholz den heftigen winden und der sonne zu entziehen, weil es durch diese starke und schädliche Risse erhält. Dasselbe mufs daher, sobald als möglich, in solche bedeckte Bauschoppen oder Magazine auf unter- und zwischenlagern gelegt werden, wodurch die Luft streicht; und der Boden des Magazins mufs gepflastert oder mit starken steinen ausgelegt, und dann mit trocknem sande bedeckt seyn, damit die sonst aus der Erde steigenden Dünste die Fäulnifs und verrottung des Holzes nicht bewirken. Auch mufs man aus den Baumagazinen die Holzspäne entfernen, weil sie würmer hervorbringen und die feuchte Luft einsaugen, daher eine stickluft erzeugen. Die Oeffnungen in den Baumagazinen sollten jedoch nur nach Morgen und Mittag gehen, um den ausdürrenden Nord- und feuchten westwind, bey dem es in unsern Gegenden vorzüglich regnet, den Eintritt und Durchgang zu versagen. Um das Aufreissen des Holzes zu verhindern, schlage man auch dessen beyde Enden in Lehm ein. Das befste Mittel zur Aufbewahrung des Holzes ist jedoch: dasselbe in trocknem reinen sande zu legen. Oefters läfst sich dieses viel Raum erfordernde Mittel nicht anwenden und ich habe es nur in *Venedig* und *Holland* ausgeführt gefunden.

Wer es aber mit ansieht: welche summen ein staat beym Bauwesen allein durch die nachläfsige Aufbewahrung des Bauholzes in der freyen Luft, ohne unter- und zwischenlager, wie z. B. in M***** verliehrt, dem ist es unbegreiflich, wie man dies alles hingehen lassen kann! Doch gewöhnlich ist das civil-Bauwesen der unwissenheit oder Nachläfsigkeit anvertraut. Während das Bauholz im Freyen liegend abstirbt und verfault, wohnen die Bau-Aufseher in den Magazinen, die vom Baumaterial leer sind; eine herrliche Oekonomie!

§. 12. Wie sehr der in dem stamme, der wurzel und den zweigen circulirende saft zur Conservation des Holzes beyträgt, und den die sonne und Luft auszuziehen

strebt, zeigt auch das Floſsholz; das Wasser, und besonders das viel Kiesel führende Fluſswasser, laugen diesen Saft gleichsam aus, und daher widersteht das geflöſste Nadelholz, weder in der Luft, noch im Innern der Gebäude, der Verwesung lange, darin setzt sich leicht der Schwamm an und es geht schnell in Fäulniſs über, wenn es so lange im kalchigten Wasser gelegen hat, daſs dessen Saft aufgelöst und ausgezogen ist. Ja das geflöſste Brennholz verliert, wie jedermann weiſs, an Güte, das ist, aus demselben ist dieser resinöse Saft und sein harziges Wesen entbunden. Man sieht hieraus, wie nothwendig es sey: die Floſsanstalten unter öffentlicher Aufsicht zu stellen; denn gegenwärtig lassen die Flosser Monate lang das Holz in den Flüssen! Doch was kümmert dies mancher Behörde, da sie ja ihr eigenes Floſsholz verderben läſst! Will man das lange Zeit geflöſste Holz biegen, so bricht es leicht, es ist daher zu den Curven der Bogenbrücken nicht zu empfehlen, es sey denn, daſs es nur 8 Tage in dem Kalch-Wasser unserer Flüsse gelegen hätte. So habe ich mit einer 44½ Schuh langen, 15″ starken, auf der Isar geflöſsten Tanne den Versuch gemacht, Ihre Fibern fingen bereits bey 15″ 3‴ Krümmung oder Bogenhöhe gänzlich zu zerreissen, während die Krümmungshöhe einer aus dem Walde auf der Axe angefahrnen eben so starken Tanne, womit der Krümmungs-Versuch gemacht wurde, 23 Zoll gebogen ward, bis sich ihre Fibern trennten.

§. 13. Die *Auswahl der Baumstämme* ist öfters sehr schwierig, wiewohl man nach der Beschaffenheit des Bodens auf die Güte des Holzes, im Allgemeinen, schlieſsen kann, indem alles auf sumpfigen und feuchten Boden stehende Holz nicht von der Härte ist, als das auf trockenen Boden gewachsene, welches erstere zwar schneller wächst, aber auch eben so schnell in Gährung und Fäulniſs übergeht, daher nicht so viel resinöse gegen die Fäulniſs schützende Bestandtheile enthält, als das letztere.

Wiewohl wir nun gleich an einem Baume seinen fehlerhaften Zustand dadurch erkennen, a) wenn seine Blätter oder Nadeln ungewöhnlich gelb sind, b) wenn der Baum-Zopf trocken ist oder dürre Zweige hat: so sind auch mehrere nachtheilige Eigenschaften derer im Walde stehenden Bäume schwer aufzufinden, wo nicht gar unsern Augen entzogen. Gewöhnlich schlägt man auf eine von der Rinde entblöſste Stelle mit einem Hammer oder der Axt, und giebt dieser Schlag keinen reinen Klang, so hat der Baum hohle und faule Stellen. Durch dieses, auf der Südseite zu bewirkende Anschlagen (weil hier der Baum gewöhnlich weicher als an der Nordseite ist) mit einem eisernen Hammer, kann man die Beschaffenheit eines gefällten Baumstammes genauer erkennen, denn die Fortpflanzung durch die in Schwingung gesetzten Fibern ist unglaublich schnell und sicher, worüber ich bey den Bogenbrücken mehrere Versuche angestellt habe. Ohngeachtet 400 Schuh lange Brücken aus vielen gekrümmten, verticalstehenden, und schief liegenden Hölzern bestehen, so wurde doch der Schall oder das Anklopfen mit einem Hammer, welches an dem einen Ende der Brücke geschah, auf dem entgegengesetzten Ende in dem Zeitraume einer Sekunde wahrge-

nommen. Man kann daher, bey dem gehauenen Holze, von der Fortpflanzung des Schalles oder der Schwingung der Fibern, urtheilen; ob es ein gewundenes weiches Holz ist, weil alsdann der Schall sich dumpf äufsert. Diese Erschütterung der Fibern ist vorzüglich bey den Decken der Kirchen und Concert-Sälen wichtig, weil eine Bohlendecke den Schall vermehrt und fortpflanzet. Besonders ist dabey anzurathen, die Decke mit Gyps zu überziehen, und oben mit Spreu, zerschnittenem Heu und Thon zu bedecken, damit der Schall sich nicht verliert; also müssen zu diesen Decken aus gesundem Holze bestehende Bretter genommen werden.

Folgende, die Fehler des Holzes andeutenden Zeichen sind sichtbar: nämlich a) wenn die Rinde von Würmern zerfressen ist oder einzelne grofse Löcher hat, b) wenn sich Moos- und Masergewächse auf der Rinde des Schaftes und auf die Zweige ansetzen, c) wenn der Baum gegen die Wurzeln ungewöhnlich dick und von unten an krumm gewachsen ist, d) wenn die Rinde Risse hat, die oft von grofsen starken Frösten, oder von der Lage der Fasern (worüber ich bald mehr sagen werde) entstehen und tief in den Stamm, selbst bis zum Kern, hineingehen können, e) wenn die Rinde sich spiralförmig gedreht hat, f) wenn der Stamm grofse Astlöcher und viele hervorstehende Aeste hat, g) wenn die Wurzeln faul, spröde und ungewönlich klein sind; endlich h) wenn der Baum von unten an krumm und zugleich auf der einen Seite erhoben gewachsen oder an der einen Seite concav, an der andern aber convex ist.

Dieser erhabene Theil enthält weiche Fasern, und der gemeine Mann nennt solches Holz *speckig*, und einen solchen Stamm einen *speckigen Stamm*. Derselbe kann nicht gerade behauen, und auf der Sägmühle mufs die convexe Seite oben gelegt werden, um nicht schlechte Bretter, die sich schnell werfen, zu erhalten. Setzt man eine Handsäge auf die convexe Seite dieses Baumes, und macht man einen Horizontalschnitt, so geben sich die Fasern dergestalt zusammen, so dafs es ohne besondere Hülfsmittel kaum möglich ist, ihn durchzuschneiden, welches ein Beweis von der unnatürlichen Lage der Fasern abgibt. Es mufs daher der Schnitt auf der concaven Seite angefangen werden. Gewöhnlich krümmen sich dergleichen Bäume nach der Mittagseite zu, und sie haben so wie alle übrigen, auf der Nordseite, die härtesten Fasern. Solche Bäume können also zu dem Bauholze auch schon deswegen nicht gebraucht werden, weil alles vierkantige Holz nach dem Schnurschlage gleichförmig, und mit scharfen Kanten zugehauen werden mufs. Zu Rammpfählen taugen sie gar nicht, weil die schief liegenden Fibern den Schlag der Ramme nicht vertical empfangen, und solche so gewachsene Bäume von dem verticalen Stande sich stets abzuweichen streben. Ja! ein so von unten auf nach der krummen Linie gewachsener Baum wendet sich, wenn er gleich gerade und vierkantig behauen ist, auf die Unterlager des Bauplatzes, nach einigen Tagen, so dafs er sich wieder durchbiegt, ohne von einer Last beschwert zu seyn; also taugt dieser Wuchs nicht zum Bauholze.

§. 14. Ist ein Baum von der Rinde befreyt, und hat er sonst ein gesundes Ansehen, so bezeichnen entweder die vielen und tiefen Risse eine fehlerhafte Lage seiner Fibern, wodurch die Tragkraft, Elasticität und Dauer verringert wird, oder es deuten die Abweichung dieser Risse von der Axe des Baumes, die Lage seiner Fibern an, und ich verweise deswegen auf das, was ich im folgenden §. vortragen werde.

Wenn gleich der Ingenieur das ganz gesunde und durchaus *geradfibrige* Holz auswählen wird, welches auf dem Bauplatze wenig Risse bekömmt, und die sich leicht zugeben, wenn man das Holz stark anfeuchtet; so ist derselbe dennoch öfters genöthiget, von dieser Regel abzuweichen! Untersucht man nämlich die Lage der Fasern, so wird man dieselbe selten mit der Axe des Stammes parallel laufend finden. Sie weichen nämlich bald von der *Linken* zur *Rechten*, bald von der *Rechten* zur *Linken* dieser Axe ab. Wer mit der Natur des Holzes nicht vertraut ist, nennt einen solchen Baum blos einen *gewundenen* oder *windbrüchigen*, *schiefrigen* Baum, und hält dafür, dafs die heftigen Winde, indem sie auf die Zweige wirken, die Fasern des Holzes gedreht haben. Aber ich werde bald zeigen, dafs bey diesen Abweichungen der Fasern von der Axe des Stammes, ein grofser Unterschied statt findet, und dafs dieses Holz nicht allemal windbrüchiges, schiefriges oder gewundenes Holz ist, wobey diese Abweichung statt findet; denn dieses darf man, vorzüglich zu den Bogenhölzern und Pfählen einer Brücke nicht wählen. Bey demselben laufen die Fibern nicht nach der Länge des Stammes, sondern durchaus schräg. Es trägt und spannt sich daher ungleichförmig, und dabey sind allemal alle Fasern nach *einer* Richtung gewunden. Im windbrüchigen Holz werden auch ohne Zweifel die Fasern gedreht, indem der Wind auf die Zweige wirkt, und der Baum wird so im geraden Wuchse gehemmt. Man kann dieses Holz wahres gewundenes Holz nennen. Gewöhnlich wachsen diejenigen Bäume, welche nicht in geschlossenen, d. i., in dickigten Waldungen stehen, windbrüchig. Man sieht daher wie wichtig es ist, die Hölzer nicht stark auszuhauen oder zu lichten! Die windbrüchigen und ganz gewundenen, und die schieffibrigen Bäume sind nicht zum Brückenbau tauglich. Es strebt sich auch, nach kurzer Zeit, zu drehen, und zwar mit dem Zopfende zuerst, so dafs, wenn man behauene Bauhölzer von der Art, auf dem Zimmerplatz sechs Wochen liegen läfst, dieselben schon merklich auf ihre Unterlager gewendet sind. In diesem Zustande nennt man dasselbe: *Holz, das sich dreht*, (bois qui se tourne.) Die Kräfte, welche die gewundenen Holzfibern äufsern, sind so bedeutend, dafs, wenn man viele Hölzer der Art zu einer Bogenbrücke brauchen wollte, die Festigkeit darunter leiden könnte.

§. 15. Nachdem wir das gewundene Holz betrachtet haben, so wollen wir das *schieffibrigte* näher analysiren. Vorzüglich finden, in den gebirgigten Gegenden, zweyerley Abweichungen der Fasern von der Richtung der Axe des Schaftes statt. Entblöfst man nämlich verschiedene Stämme von der Rinde, so wird man gewahr, dafs, wie

gesagt, bey einigen Bäumen die Fasern von der *Rechten* zur *Linken*, und bey andern von der *Linken* zur *Rechten*, von der Axe des Baumes, abweichen. Jenes Holz nennen die Gebirgsbewohner von Baiern und Tyrol *Nachsonniges-Holz*, welches eigentlich das schieffibrigte Holz ist, und dieses *widersonniges-Holz*. Bey dem letztern zeigt sich folgendes: 1) liegt die Mitte der Jahresringe beynahe in der Mitte des Stammes; 2) weichen die Fasern wenig von der Lage der Axe des Baumes ab, und nur die äuſsern Fasern weichen von der Linken zur Rechten, von dieser Axe, ab; 3) Dasselbe ist schwerer als das Nachsonnige, und da seine innern Fasern fast eine entgegen gesetzte Richtung mit den äussern haben, so ist der Baum nie gewunden, und übt, bey diesen gegenseitigen Richtungen der Fasern, eine groſse Elasticität aus; 4) Bekömmt es wegen dem Behauen wenig Risse, welche jedoch von der Linken nach der Rechten erscheinen; 5) wird dasselbe von oben in der Mitte gespalten, und man legt ein Stück so vor sich hin, daſs das Stammende unten steht, so tritt gegen den Kern zu, die linke Hälfte vor; 6) Dieses Holz läſst sich scharf nach dem Winkel behauen, glatt behobeln, und wenn es nach den Jahresringen gespalten wird, gibt es reine Faſsstäbe ab. Es läſst sich ferner fast eben so gut, als das durchaus geradfibrige krümmen. Dasselbe ist demnach als Bauholz mit Nutzen zu verwenden.

Dasjenige Holz, welches auf den Bauplatz von der Rechten zur Linken Risse erhalten hat, und dessen sämmtliche Fasern nur diese Lage haben, d. i., das *Nachsonnige-Holz* ist leichter als das *widersonnige*. 2) Hat man es behauen, so dreht es sich auf dem Bauplatze liegend, nach einiger Zeit, worüber ich Beobachtungen habe anstellen lassen. 3) Es reiſst sehr schnell und tief. 4) Ein daraus geschnittenes Brett widersetzt sich dem Hobeln, da seine Fasern ganz verdreht sind, und es läſst sich daher nicht glatt behobeln. 5) Dagegen ist es nach den Radien gespalten, zu Dachschindeln sehr brauchbar, weil seine Fasern eine und dieselbe gewundene Richtung haben. 6) Wird dieses Holz durch den Kern vertical gespalten, so tritt die linke Hälfte etwas zurück, und die rechte bedeutend vor. Und diese Eigenschaften werden sowohl bey den Zweigen als dem Stamme angetroffen. Dieses *Nachsonnige Holz* ist also das *Gewundene*, welches sich auf zwey Unterlager gelegt, leicht durchträgt, dessen Gebrauch man in den oben angeführten Rücksichten bey dem Bauwesen eben so, wie das Gestreifte-*Holz*, welches weislichte und röthlichte Streifen hat, zu vermeiden suchen soll. Nimmt man es zu Rammpfählen, so dreht sich der Pfahl zusehends, während den Rammschlägen, und nur mit ganz besondern Vorrichtungen, die aus den stärksten Ketten und Hebeln bestehen, kann derselbe kaum vertical gehalten werden. Da die Fortpflanzung der Schwingung von den Holzfibern (S. 422.) wesentlich zum Einrücken der Rammpfähle beyträgt, so wird bey diesem gewundenen Holze, das ist, bey der schiefen Richtung der von der Axe des Pfahles abweichenden Fibern, diese Wirkung sehr geschwächt. Daher taugt das gewundene Holz nicht zum Pfahlroste.

§. 16. Die Bezeichnung, die der gemeine Mann mit *widersonnig* und *Nachsonnig* gegeben hat, leitet derselbe, wie ich durch örtliche Untersuchung gefunden habe, von der Exposition des Baumes gegen die Sonne ab. Die Gebirgsbewohner wollen nämlich bemerkt haben: daſs die Fasern der von ihnen genannten nachsonnigen Bäume von Morgen nach Abend, von dem Kerne, abweichen, daſs bey den jungen Bäumen die Fasern diese Richtung gröſstentheils annehmen, und daſs späterhin die Fasern eine andere Richtung zu erhalten streben, wodurch denn die widersonnigen Bäume entstehen.

Wenn nicht geläugnet werden kann, daſs die Sonnenwärme und das Licht einen entscheidenden Einfluſs auf den Wachsthum der Jahresringe des Holzes hat, so mag es wohl zugegeben werden, daſs die auf dem Abhange der Gebirge, der Sonne mehr ausgesetzten, als den in dem Flachlande in geschlossenen Wäldern wachsenden Bäume, die Einwirkung der Sonne erfahren; daſs diese Wirkung auf die jungen Bäume gröſser, als auf die ältern sey, worin die Fasern härter geworden sind; ja! daſs diese Einwirkung in dem Maaſse schwächer wird, als die Circulation der resinösen Säfte aufwärts strebt; daſs ferner in der einen Hälfte des Stammes die Saft- und Luftgefässe der Fasern, von der Sonne, eine gröſsere Wirkung erfahren, als die der andern, und daſs endlich die Gegenwirkung, womit der Baum empor zu wachsen strebt, nicht blos die Einwirkung der Sonne verringern, sondern zuletzt aufheben könne. Indessen glaube ich doch, daſs die Wirknng des Windes auf die Zweige auch einen Einfluſs auf das schief wachsen oder drehen der Fibern ausübt. In den Wäldern, die der Nordseite entgegen liegen, drehen sich gewöhnlich die Fasern erst in der Nähe des Gipfels, und diese Drehung von unten an, findet vornehmlich in Wäldern statt die der Südseite exponirt sind.

Wir sehen jedoch auch aus diesen Wirkungen, daſs die zum Bauholze den Vorzug verdienenden Hölzer in geschlossenen Wäldern, d. i., aus dem Saamen gezogen werden sollen, wo sie gegen die ungleiche Einwirkung der Sonne und der heftigen Winde geschützt sind, und vertical empor strebend nicht leicht den Raum haben, um sich nach der einen oder anderen Seite über zu werfen, und krumm zu wachsen. Daher trifft man die einzelnen Bäume, besonders das Nadelholz, krüppligt, schief, klein und gewunden an, und selbst die Eiche gedeiht nicht einzeln. Die häufigen Anpflanzungen in Niedersachsen zeigen dies recht auffallend. Doch ich überlasse den wahren Forstmännern, die Ursache dieser Erscheinung näher zu untersuchen. Möge ihr Bemühen und ihr Einfluſs auch zur Folge haben: daſs die an den floſs- und schiffbaren Flüssen, oder in der Nähe groſser Hauptstädte liegenden Wälder nicht verkauft werden, während man diejenigen als Staatseigenthum behält, aus denen der Absatz schwierig, öfters unmöglich ist, daſs diejenigen Bäume, die bereits ihr volles Wachsthum erreicht haben, und an Güte abnehmen, verkauft werden, weil der Staat die Interessen, welche der Erlös abwirft, verliert, während dem

der Baum jährlich schlechter wird. Daſs, vorzüglich in den Gebirgsländern, die Bergabhänge vom Holze nicht entblöſst, sondern vielmehr mit saamen, und wo möglich, mit Lerchensaamen, besäet werden, damit das Kies- und steingerölle, die Flüsse des flachen Landes nicht erhöhe, und möge endlich dieses werk auch dazu beytragen, daſs die Bewirthschaftung des Busch- oder Faschinenholzes längs den Flüssen, den wasserbaubeamten übertragen werde, weil nur diese die Leitung der Flüsse, folglich auch die Erhaltung oder die wegtreibung der mit Faschinenholz bewachsenen Inseln und ufergegenden, verstehen.

§. 17. Wenn gleich keine Eigenschaft des Holzes für die Brückenbaukunde so wichtig ist, als dessen Elasticität oder Tragkraft: so sind doch darüber, bis vor einiger zeit, nur wenige Erfahrungen im Groſsen gemacht worden. Gewöhnlich giengen die Civilbaumeister bey der Anwendung des Holzes furchtsam zu werke, und nach den Beobachtungen, die ich über die Tragkraft desselben angestellt habe, könnte, ohne uebertreibung, die Hälfte dieses Holzes, bey unserm Bauwesen, erspart werden, wenn man es auf die hohe Kante legte, und mehrere Längen-schwellen in Querbalken einlieſse, so daſs nie eine schwelle allein trägt, oder allein in Bewegung kömmt. Diesen wichtigen Gegenstand muſs ich jedoch dem 3ten Bande, worin ich den Brückenbau abhandeln werde, vorbehalten!

Wer übrigens sich in der Holzbotanik näher unterrichten will, den verweise ich auf Burgdorfs Forsthandbuch, und auf die Physique des arbres par Dûhamel du Monceau.

§. 18. Die *conservation des Holzes*, in den Gebäuden, gegen den schwamm, die Fäulniſs, Erstickung, verrottung, gegen den wurmfraſs oder gegen den Bohrwurm, ist für die Baukunde eine sehr wichtige sache. Das beste Mittel besteht darin, wenn man das Holz ½ stunde über in oehl kocht, welches jedoch wegen den zubereitungen bey groſsen Baustücken nicht ausführbar oder äuſserst kostbar ist. 2) Man tränke es mit gekochtem oehl, mit Kampfer, Alaun, salmiak oder mit gut gekochtem schusterpech oder Theer, der 4 bis 6 stunden gesotten werden muſs. 3) Man streiche das Holz dreymal mit oehlfarbe an, und mische eine Kanne aufgelösten vitriol unter 2 Pfund Röthel- oder Hausfarbe, wenn sie mit wasser verrieben und heiſs ist. Um sie beym Anstreichen warm zu erhalten, lege man darin eine glühende Kugel. Nachher kann das Holz mit steinkohlen, Theer oder mit gekochtem schiffstheer, nämlich 2 Theil schusterpech und 1 Theil Theer, das 4 stunden gekocht wird, bestrichen werden. Ueber diesen Anstrich kann man nach einiger zeit einen dritten mit Rindsblut und Röthel-Farbe machen. Endlich ist das Bestreichen mit frischgelösehtem Kalk auch sehr nützlich. Da durch alle diese Mittel der saft nicht erstickt werden darf, welcher sonst nicht ausdünsten kann, so muſs das Holz zuvor *trocken* seyn, bevor man dasselbe mit diesen und andern Ingredienzien bestreicht. Wird diese vorsicht unterlassen, so blättern sich diese Firnisse bald wieder ab, und die

Kosten sind vergeblich. Alle diese Mittel schützen aber gegen den aus Amerika gekommenen und sich an den Küsten des Oceans und des Adriatischen Meeres befindlichen Bohrwurmes, dessen ich im ersten Bande gedacht habe, nichts. Gegen diesen mufs man das Holz, oder auch die Pfähle, mit Bley umlegen, und dann mit Thaue umwinden (siehe 1 B. S. 652), wenn das Holz nicht wie eine Honigscheibe, binnen 6 bis 8 Jahren, von diesem einen bohrförmigen Kopf habenden Wurm durchlöchert seyn soll.

§. 19. Ein Nachtheil anderer Art, und den man überall abstellen könnte, den ich in dem mir anvertrauten Departement abzustellen versucht habe, besteht in der Art, wie das Holz zugehauen wird. 1) Läfst man in holzreichen Gegenden von dem Holz auf den Sägmühlen nicht die Seiten abschneiden, oder grofses Holz in vier kleinere Balken zerschneiden, sondern man haut so viel davon ab, bis das stärkste Holz zum kleinen Balken geworden ist. 2) Es hauen und sägen die Zimmerleute das festete Holz, eben weil es schwer zu bearbeiten ist, am Stammende ab, und benutzen das Holz gegen das Zopfende zu. Die abgetrennten langen Klötze werden dann in ihre Häuser geschleppt, oder als Brandholz verkauft, und welcher Unfug wird nicht mit dem Behauen der Holzstämme getrieben. Es wird auch selten *genau* vierkantig behauen, weil die Zimmerleute anstatt 6 bis 8 Schnurschläge zu machen, sich mit vier Schnurschlägen begnügen, und endlich läfst man die obere Seiten der Balken, z. B. der Strafsenträger, flach, ohne sie sattelförmig zu behauen, damit das Wasser ablaufe. So faulen sie denn in fünf Jahren!

§. 20. Zur Verhütung des *Schwammes*, welcher das Holz anfrifst, und selbst alle harzigen Theile auflöst, ist es nothwendig, das Balkenwerk, welches nicht dem steten Luftzuge ausgesetzt ist, mit Kohlenstaub, Eisenschlacken, zerstofsenen Ziegelmehl, trockenen Sägespänen oder Ziegel und ganz ausgetrocknetem Mauerwerk und trockenem reinen Sande, auch mit trockenen Wachholdersträuchen, und Pferdemist, der viel Alcali enthält, zu überlegen. Dieser letztere ist vorzüglich bey dem Beckiesen der Brücken, sehr zu empfehlen, wovon ich den Nutzen erfahren habe. Erde sollte man aber weder auf dem Bauholze oder den Bohlen, noch darunter, eben so wenig als altes Holz, unreinen Bauschutt oder nassem mit Erdtheilen vermischten Sand, legen. Wird das Holz in Mauern eingeschlossen, so ist es mit heifsen Oel zu tränken, dann aber mit Vitriol, oder welches doch nicht so gut ist, mit frisch gelöschtem Kalke oder Oelfarbe zu bestreichen. Ist das Holz aber bereits vom Schwamme oder von Fäulnifs ergriffen, so stosse man das schadhafte Stück mit dem Meissel aus dem Holze, setze ein neues eichenes Stück ein, und bestreiche das Holz mit der mit Kupfererde verbundenen Vitriolsäure oder mit dem blauen cyprischen Vitriol. Auch der mit Eisenerde verbundene gemeine graulichte Vitriol ist hierzu brauchbar; man löse nämlich im warmen Wasser, besser aber im lauen Molkenwasser, etwa in 15 Maafs, 8 Pfund Vitriol auf, und bestreiche mit dieser flüssigen

Masse das Holz zwey oder dreymal, nachdem es jedesmal getränket ist und etwa vier Tage verstrichen sind. Diese Masse kann auch mit Nutzen gleich anfänglich zum Anstreichen des Holzes, um es gegen die Verrottung, gegen Fäulniſs oder dem Schwamme zu schützen, gebraucht werden; und wenn man dieselbe unter frisch gelöschten Kalk schüttet und damit das Holz anstreicht: so ist dasselbe zugleich gegen den Angriff eines mäſsigen Feuers gesichert. In dieser Absicht und zur Verhinderung der Verrottung des in Mauerwerk eingeschlossenen Holzes, kann man es auch rundum, 6 bis 12 Linien dick, mit Salz belegen, und ich habe die letztern zwo Mittel zugleich angewendet.

Zweytens.

Von den natürlichen Bausteinen; dem Steinsprengen; dem Bearbeiten der Steine; von den Sonden; den künstlichen Bausteinen und von den Verbindungsmitteln der Steine untereinander.

§. 21. Die Wahl der Bausteine hängt nicht allemal von dem Ingenieur ab, denn es giebt Landesbezirke, in denen wenige natürliche Steine anzutreffen sind; von diesen muſs derselbe jedoch nur diejenigen wählen, welche entweder schon verhärtet aus dem Bruche kommen, oder erst an der Luft härter werden. Er muſs dann stets die gröſsten transportablen Massen auf die vortheilhafteste Weise zu erhalten suchen, und überall, auf die bereits ausgeführten Gebäude sein Augenmerk richten, um aus ihrer Dauer, auf die Güte der Steine zu schlieſsen; denn die gewöhnlichen Kennzeichen guter Steine sind nicht allemal untrüglich, wenn sie gleich in den mehresten Fällen hinreichen.

Er muſs sich daher eine Sammlung von natürlichen und künstlichen Bausteinen desjenigen Landes verschaffen, worin er seine Einsichten und Talente auszuüben berufen ist, wie ich denn der königl. baierischen General-Direktion, von den vorzüglichen Steinbrüchen des Königreichs, eine solche Sammlung verschaft habe. So wie nun die härtesten, natürlichen Steine und solche, in denen die Pori nicht viel Feuchtigkeit enthalten, worin das sich gesetzte Wasser zu Eis friert und die Steine sprengt, den Vorzug vor den weichen und viele Pori habenden Steinen verdienen, so kann man diese letztere doch nicht allemal entbehren. Sie sind also ausgetrocknet, in dem Innern der Mauern anzuwenden, wozu auch selbst Kupfer- und Eisenschlacken gebraucht werden. Manche Steine, wie z. B. die Tuftsteine und einige Sandsteine, sind in den Brüchen weich, und werden, nachdem die Feuchtigkeit von der Luft ausgezogen ist, immer härter. Diese muſs man also im Winter brechen, und den Sommer über der Luft und Sonne aussetzen. Es ist sonach nothwendig, aus den Steinbrüchen das Wasser abzuleiten, und dieselben, so viel es die Umstände erlau-

ben, den winter über, vom schnee frey zu halten. In den steinbrüchen liegen die steine entweder in schichten, als Thonschiefer, Glimmer, Feldspath, Sandsteine, Granit, Tuftsteine; oder sie machen einzelne steine, als wacken, Basalte, Thonstein, Laven, Quarz, Kiesel, Feuersteine; oder bilden grofse Massen, als Marmor oder Kalksteine aller Art, Porphyre, Nagelflue (besteht aus einzelnen Kieseln, die durch Thon zusammen verbunden sind, und der unter der Benennung Breccia bekannter ist), Tufsteine und sehr feste Sandsteine. Diese verschiedenen steine, wovon der französische cubik-schuh 144 bis 200 Pfund wiegt, können zu den wasserbauten, vorzüglich bey den äufsern wänden, gebraucht werden. Folgende stuffenfolge ihrer Brauchbarkeit findet dabey statt: a) zu den Gründungen und denjenigen Theilen der Bauwerke, welche der abwechselnden witterung und dem wasser Preis gegeben sind: Nagelfluesteine, (Breccia) Granit, Basalte, grofse Kiesel, einzeln auf dem Felde liegende wacken, Porphyre, ockerartige sandsteine mit Eisen vermischt, solche Tuftsteine, die nach der Erfahrung vom Froste nichts leiden; b) zu den obern und innern Theilen der Bauwerke aufser diesen steinen, Tuftsteine, Feuersteine, Jaspise, Kalksteine aller Art, Sandsteine, Feldspäthe, Kiesel, Glimmer und Thonschiefer; Glimmerschiefer ist da, wo der Bau dem Feuer ausgesetzt seyn mufs, am besten anzuwenden.

Zuweilen wird jedoch der Ingenieur genöthigt seyn, auch die von letzterer Gattung, wenn sie so beschaffen ist, dafs sie sich nicht vom wasser auflöst, und vom Froste gesprengt wird, zu den untern Theilen der Bauwerke zu gebrauchen.

§. 22. Die Güte der natürlichen Bausteine zu prüfen, so giefse man 1) scheidewasser darauf, und sehe, ob sie Thontheile absetzen, denn solche steine sind fester als diejenigen, welche davon nicht niederschlagen. 2) Man setze die steine einem gelinden Feuer aus, observire, ob sie schnell springen. 3) Man lege sie einige Tage über bald in kaltes, bald in warmes wasser, und wenn sie um ein geringes schwerer geworden sind, so ist es ein Beweis, dafs sie wenig Feuchtigkeit eingesogen haben, folglich dem wasser ausgesetzt, während des Frostes, nicht springen. 4) Während der strengen Kälte lege man die steine ins wasser, und wenn sie dann nicht springen, so sind sie zum wasserbau brauchbar; im Fall sie sonst beym Brechen den nöthigen Grad der Festigkeit verrathen. 5) Man beobachte die bereits aus den steinbrüchen, aus welchen die steine gewonnen werden sollen, vor langer zeit aufgeführten Gebäude, und sehe, ob diese vom Froste oder der witterung nichts gelitten haben! 6) Die Bausteine, welche, wenn man mit den Hammer daran schlägt, hell klingen, sind feste. 7) Solche steine, die viel salpeter enthalten, sind nur in trockenen Mauern, das sind solche Mauern, die ohne Mörtel mit Moos ausgeführt werden, brauchbar, weil der Kalch sich mit dem salpeter nicht verbindet. Werden in wohngebäuden diese steine vermauert, so bleiben die Mauern stets feucht. 8) Das beste Kennzeichen von der Güte der Bausteine bleibt aber immer, wenn sich dieselben bey den bestehenden Gebäuden gut gehalten, das ist, allen Einwirkungen des

Frostes und der Nässe widerstanden haben. Steine, die in den Brüchen oben aufliegen, taugen gewöhnlich nicht, weil sie verwittert sind. Dafs aber die frisch aus dem Bruch kommenden Steine besser als die einige Zeit ausserhalb gelegenen, sind, ist keines wegs eine allgemeine Regel, ja, es giebt Steine, z. B. in den Steinbrüchen von Paris, und viele Flufssteine, die erst an der Luft hart werden, folglich sich anfänglich mit leichter Mühe bearbeiten lassen. Andere Steine müssen lange liegen, ehe man sie verarbeiten darf. So lehrt bereits *Vitruv* L. 2. Cap. VI., dafs man die bey Rom aus den Allienischen Brüchen genommenen Steine zwey Jahre vor ihrem Gebrauche brechen mufste, und zwar nicht im Winter, sondern im Sommer. Dieses gilt insonderheit von den Sandsteinen, die vom Froste, wenn sie dem Wasser ausgesetzt werden, stark leiden, und daher dem Granite weit nachstehen. Zu den gleichfalls regulair behauenen oder gesägten Deckplatten bedient man sich jedoch des Sandsteins, so wie des Marmors, des Porphyrs und der Granite zum häufigsten.

§. 23. Die Gewinnung oder Förderung dieser Steine aus dem Bruche geschieht vorzüglich auf folgende Art: 1) bey den in Schichten liegenden Steinen werden eiserne Heb- oder Brechstangen Fig. *b c t* und *f* Tab. 100. und eiserne Keile gebraucht. Die erstern mögen eine Länge von 5 bis 15 Schuh haben, und 10 bis 25 Pfund schwer seyn; die letztern dienen vorzüglich zur Spaltung der Steine. Auch wird bey ersterm der steinerne Meifsel oder das Stemmeisen *f g m* und *o*, auf welchen man mit dem 6 bis 10 Pfund schweren Handschlägel Fig. *k* schlägt, angewendet.

Will man solche gesprengte oder einzeln liegende Steinmassen, welche bey der damit vorzunehmenden Spaltung regelmäfsig springen, entweder des Transportes wegen verkleinern, oder zu *Werkstücken*, die man auch *Quadern* nennt, das sind solche Bausteine, welche nach fünf Seiten regelmäfsig behauen oder zubereitet werden, umstalten, so wird dieses auf folgende Weise bewerkstelliget. In dem zu spaltenden Stein wird, nach dem Schnurschlage, mit spitzen Pickeln (Fig. 17. Tab. 103.) eine Ritze, je nach der Härte des Steins, 2 bis 6 Zoll tief, eingehauen, und darin auf 4 bis 6 Zoll Abstand gut gestählte eiserne Keile mit schweren Hammern, indem nach und nach auf die Keile rückwärts und vorwärts, anfänglich schwächer, dann stärker geschlagen wird, eingetrieben. An den Seiten der eingehauenen Ritze werden aber zwey Blechstücke eingesetzt, zwischen denen die Keile gestellt werden.

Nach einer andern Methode werden in den Stein, auf 6 bis 8 Zoll Abstand, 1 bis 1 $\frac{1}{4}$ Zoll weite Löcher, 6 bis 9 Zoll tief eingebohrt, wo dann in jedes Loch zwey halb cylindrische Keile gesteckt und eingesetzt werden, nämlich mit den dicken Enden unten. Zwischen diesen wird ein eiserner Keil eingetrieben. Dieses Eintreiben mufs bey allen in einer Richtung gebohrten Löchern zu gleicher Zeit geschehen. Ein Verfahren, welches auch *Smeaton* bey Absprengung des Edyston - Felsens angewendet hat. Siehe Seite 194. Das Bohren der Steine wird aber zum besten mittelst einer von *Perronet* Tab. 85. Fig. 11. bis 16. beym Brückenbau gebrauchten Bohrma-

schine bewerkstelligt. Zwey Arbeiter Fig. 11. und 12. drehen eine Kurbel, die mittelst ihrer Daumwelle einen Hebel *g*, woran das seil 10 mit befestigt ist, niedergedrückt wird. Zugleich geht also der Hebel 4 auf und nieder, und weil daran das gestählte Bohreisen 14 festgemacht ist, dessen Ende einen gestählten Bohrlöffel formirt, so geht die Bohrung vor sich, welche der an dem Bohr angestellte Mann verrichtet. Das schwungrad (*b*) dient der Maschinerie zu einer gleichförmigen Bewegung. Auf diese weise bohrt man Löcher durch ganze steine, und beym Bau der Brücke zu Neuilly wurde von drey Mann ein fünf schuh tiefes und 8 zoll weites Loch binnen $1\frac{1}{2}$ Tage gebohrt.

Auf die im Anfang dieses §. beschriebene weise werden die Granitsteine im Fichtelgebirge gesprengt, nur mit dem unterschiede, dafs auch an der vordern seite des steines eine spalte, mit der spitzhaue Fig. 2. Tab. 100., eben so tief, als die auf der oberfläche des steins gemachte spalte, nämlich 8 bis 13 zoll breit, ausgehauen wird. In dieser letztern spalte werden nicht Keile eingetrieben, denn sie dient nur zur regelmäfsigen Absprengung des steinstücks. Sie mufs daher in der verticalebene der obern spalte liegen.

§. 24. Zwey stunden von *Nürnberg* liegt eine in der dortigen sandgegend aus festem Quarz und sandstein bestehende Felsmasse, die man den *wendelstein* nennt, und und wovon der baierische cubik-schuh, bester Gattung, 103 Nürnberger Pfund wiegt. Legt man ihn 24 stunden ins wasser, so nimmmt er um ein Pfund an Gewichte zu. Die leichteste und schlechteste Gattung wiegt trocken 95 Pfund, und saugt nach 24 stunden drey Pfund wasser ein. Aus diesem *wendelsteinbruche* werden vortreffliche Mühlsteine, die man auf 30 stunden verfährt, gebrochen, weil sie nicht nur fest, sondern auch feinkörnig sind. Auch die Pflastersteine zu Nürnberg und in der Gegend werden aus diesem Bruche genommen, woselbst die cubik-Klafter dieser Pflastersteine, mit Inbegriff des Fuhrlohns, 20 fl. 18 kr. kostet.

Die sprengung dieses steins geschieht folgender Massen: Nachdem drey seiten des abzusprengenden steinstücks frey gemacht sind, wird auf dessen oberfläche, gegen die Felswand zu, eine Rinne mit einem keilförmigen und ganz spitz auslaufenden eisernen Pickel (Tab. 103. Fig. 17.), dessen Länge 18 zoll, und dessen mittlere Dicke einen zoll beträgt, ansgehauen. Derselbe ist an einem hölzernen stiel von $2\frac{2}{3}$ bis 3 schuh Länge, wie eine gewöhnliche Axt, befestigt. Die Tiefe und Breite der Rinne richtet sich nach der Gröfse des abzusprengenden steins; bey kleinen steinstücken beträgt die erstere 3 zoll, und die letztere $1\frac{1}{2}$ zoll. Will man z. B. ein steinstück von 18 schuh Länge, 8 schuh Breite und 8 schuh Höhe erhalten: so erhält die Rinne eine Tiefe von 18 zoll, und eine Breite von 6 zoll. Der verticalfläche der obern Rinne nach, wird, in der aufrecht stehenden seite des steins, gleichfalls eine Rinne, *stirnrinne*, genannt, vertical, eben so tief gemacht. Sind diese zwey Rinnen keilförmig ausgehauen, so werden darin, aus trocknem Rothbuchenholze, zwey

zoll lange, und 2 bis 3 zoll breite, und 6 Linien dicke stücke dergestalt eingesetzt, dafs die Fibern des Holzes senkrecht stehen. *) Auf diese weise werden die Rinnen ihrer Länge nach, nach der ganzen Breite zugleich, mit diesen Hölzchen, so weit als sie hinab reichen, ausgebuchst (ausgefüllt), und zwar dergestalt, dafs sie an den seiten der Rinne fest anliegen. Dann nimmt man einen Schlägel (Tab. 103. Fig. 18. und 19.), dessen aus Eisen bestehendes Blatt 11 zoll lang, und 18 Linien dick und breit, und das in einem zwey schuh langen hölzernen stiel, wie eine Axt, befestigt ist, schlägt jetzt die Hölzchen nach und nach bis auf die sohle der Rinne hinab. Nunmehr werden eiserne Keile (F. 20 u. 22.), deren oberer Querschnitt (F. 21 u. 23.), einen bis zwey zoll beträgt, und die vier bis zwölf zoll lang sind, in die Mitte der eingetriebenen Hölzer, dicht neben einander, gesetzt, d. i., die Keile in der auf der oberfläche des steins gemachten spalte vertical, und in der stirnspalte horizontal. Jetzt nehmen drey bis vier Arbeiter, ein jeder, den vorher beschriebenen schlägel (Fig. 18.), und schlagen nach und nach auf alle diese Keile, nämlich auf den mittlern jeder spalte zuerst, dann auf die Keile rechts und links. Sie wiederholen dieses Manöver so oft, bis der stein sich vom Block ablöfst. Nach der Beobachtung, welche ich bey Absprengung eines 1024 Cubik-Schuh enthaltenden steinstückes habe anstellen lassen, wurden zur Aushauung der obern 16 Schuh langen Rinne, die man dort Rück- oder *Rückenrinne* nennt, und zu der acht schuh hohen *stirnrinne* zwey Mann $3\frac{3}{4}$ Tag verwendet; zwey Mann fütterten dieselben binnen $1\frac{1}{2}$ stunden mit dem Rothbuchenholze aus. Zum Einsetzen der Keile wurden 30 Minuten verwendet, und vier Mann schlugen $3\frac{1}{2}$ stunden auf die Keile, bis das steinstück abgesprengt war. Bey einer mittlern Tiefe der Rinne kann ein Mann acht schuh in 10 Arbeitsstunden aushauen. In diesem steinbruche sprengt man auch grofse Felsmassen mit Pulver.

§. 26. Die *utensilien* und werkzeuge, deren man sich zum sprengen, Behauen und Heben der steine, ohne zu den Maschinen seine zuflucht zu nehmen, bedient, sind folgende auf Tab. 100. dargestellte: 1) die eisernen *Brech-* oder *Hebestangen a, b, c, d, e* und *f*, werden als Hebel gebraucht, und sie mögen 4 bis 15 schuh lang, 1 bis $1\frac{1}{2}$ zoll stark seyn, und 10 bis 120 Pfund wiegen; 2) der *Meisel* oder das stemmeisen *n, o*, so wie die eisernen Keile, dienen, wie bereits gezeigt ist, zur spaltung der steine, und zu den in Mauern zu machenden vertiefungen. Die spitz- oder Keilhaue *g*, die schneidhaue *h* und der spitzhammer *i*, so wie die Mauerhämmer *l* und *m*, werden zum Behauen derer zu ufer-Revetements und zu Brücken erforderlichen werkstücke gebraucht. Mit dem eisernen Handschlägel *k*, der 4 — 6 Pfund schwer ist, schlägt man auf die steinbohrer. Diese letzteren bestehen vorzüg-

*) Man nimmt deswegen Rothbuchenholz, weil das andere Holz entweder zu hart oder zu weich ist; das harte Holz leistet den eisernen Keilen zu viel Widerstand, und weiches zu wenig. Im ersten Falle springen dieselben heraus, und im letzten treiben sie den Stein nicht genug auseinander.

lich in folgenden Gattungen. Zu weichem Gestein wird der schraubenzugartige Bohrer *r*, und der mit drey schneiden versehene Bohrer *q* gebraucht. Beyde werden mittelst einer eisernen durch ihr oehr gesteckten stange gedreht, und darauf nur zuweilen mit dem Handschlägel geklopft. Der stemmbohrer *u* ist dem Meisel *o* ähnlich. Der Kreutzbohrer *w* Fig. *x*, *y*, *z*, der von einigen auch Kornbohrer genannt wird, läuft in 4 scharfen Rücken, die sich in einem Mittelpunkte vereinigen, aus. Er wird vorzüglich in dem härtesten Gestein gebraucht, und ist am Kopf 2 bis 3 zoll breit, da hingegen der stemmbohrer zuweilen nur 1 zoll zur Breite hat. Oefters hat man auch in harten Gestein trichterförmige Löcher zu bohren, wozu der Trichterbohrer *s*, der eine etwas scharfe spitze, von *a* bis *b* vier scharfe schneiden 1. 2. 3. 4. hat, und zwischen je zwey derselben ausgehöhlt ist, damit der steinoder Bohrstaub aufwärts steigen kann, gebraucht wird. Die Bohrköpfe aller steinbohrer müssen 1 ¾ zoll stark gestählt und gehärtet seyn.

§. 27. Bey dieser Gelegenheit will ich die beste Art der Erdbohrer oder sonden, in Fig. 41. 42. 43 u. 44. Tab. 100. aufnehmen. Die Bohrstange *a* wird in einander geschoben, und dann mit dadurch gehenden und darin versenkten zwey schrauben, die auf 4 zoll Abstand kommen, verlängert, so daſs man, mittelst verlängerung der Bohrstange, zu jeder Tiefe bohren kann. An dem obern Theile der Bohrstange werden zwey hölzerne Dreharme oder Hebel *b* befestigt, um den Bohrer — dessen oberes Ende mittelst eines sich drehenden Ringes *c* und Flaschenzuges an einem dreyfüſsigen Richtbaum hängt — nach derjenigen Richtung, die das versenken oder heraufziehen erfordert, drehen zu können. Ich habe alle diese Erdbohrer für meine Privatsammlung machen lassen, und ziehe den in Fig. 42. dargestellten, den übrigen vor. Deswegen habe ich davon auch den Baustellen Exemplare eingehändigt, womit sie zur Auffindung neuer steinbrüche und Kiesgruben versuche machen. Da diese Bohrer sehr schwierig zu arbeiten sind, so findet man selten einen Bohr-schmidt, der sie machen kann. Der in Augsburg wohnende geschickte zirkel- oder werkzeugschmidt *clemens* hat diese Bohrer, nach der zeichnung, ganz vortrefflich gemacht. Die in Fig. 42. angegebene Form eines Erdbohrers ist auch vorzüglich bey Grundbohrungen sehr brauchbar, wenn man dem Bohrer eine Breite von 9 bis 10 zoll, und eine Höhe von 27 bis 30 zoll gibt. Einen ähnlichen Bohrer gebrauchte man bisher zur vorbohrung der Jochpfähle von der Braunauer Inn-Brücke, durch den *Töpferthon* (dort *Flinz* genannt), indem die schweren Rammklötze, mit denen man den mit einem schweren eisernen Pfahlschuh versehenen Pfahl auch durch diesen Grund einrammen kann, nicht im Gebrauch waren. Ich habe über den Effekt des Bohrens versuche anstellen lassen, welche folgendes Resultat gaben. Der *Bohrer* war 68 Pfund schwer, 2 schuh 10 zoll lang, und bohrte 13 ½ zoll weit; die stange war 7 ¾ zoll stark, und 70 schuh lang. Das Loch wurde 26 schuh tief gebohrt, und jeder schuh kostete 1 fl. 10 ¾ kr.; neun Arbeiter und ein werkmeister waren bey

der Bohrung beschäftigt. In der Stunde ging der Bohrer 64½ Linien in den Grund; um 26 Schuh einzugehen, mufste er 52mal herausgehoben werden. Jedes Ausheben nahm 21 $\frac{12}{13}$ Minuten Zeit, also 19 Stunden, und 39 Stunden wurde gebohrt. Die Ausgabe für diese Arbeiter betrug für den Pfahl zwey und dreyfsig Gulden.

§. 28. Steine, die vom Wasser frey liegen und klüftig sind, werden mit Brechstangen; durch Feuersgewalt, oder mit Keilen gesprengt. Aber auch harte Steine sprengt man mit letzteren, wenn sie regelmäfsige Flächen und Körper formiren sollen, und zwar so, wie diefs auf der 194 Seite, beschrieben ist. Oefters finden sich in den Felsmassen Risse, wo man nur die Brechstangen und Keile einsetzen kann. Eey letzteren werden jedoch die sogenannten Eisenblech-Federn, die man auf jede Seite der Steinspalte legt, um dazwischen den eisernen Keil einzutreiben, gute Dienste leisten, weil der Keil längs denselben leichter eingetrieben werden kann, als an der rauhen Stein-Fläche. Man steckt dann mehrere Keile zugleich in die Spalte, und schlägt bald auf den einen, bald auf den andern mit dem Schlägel. Grofse Felsenmassen mögen mit sehr grofsen Keilen gesprengt werden, wenn man eine leicht bewegliche Ramm-Maschine über den Felsen stellen kann! Es versteht sich jedoch, dafs man nur daselbst diese Methode anwendet, wo die Felsen viele Klüfte haben, welche das Sprengen mit Pulver verhindern, indem sie dessen Explosionskraft unterbrechen.

§. 29. *Unter Wasser* wird das klüftige Gestein folgender Maafsen, ohne Pulver, gesprengt. Nachdem man über den Stein ein kleines Flofs vor Anker oder an Pfählen befestiget hat, wird zuerst die Form des Steines sondirt, und auf der höchsten Stelle der Bohrer angesetzt. Dessen Kopf mag 2 bis 3 Zoll breit seyn, folglich ein 2 bis 3 Zoll weites Bohrloch aushöhlen, indem ein oder zwey Arbeiter auf dessen aus dem Wasser hervorragenden Stiel, mit 6 Pfund schweren Hämmern schlagen, und ein dritter Arbeiter diesen Bohrstiel, folglich den Bohrer, nach jedem Schlage dreht. Auf diese Weise wird das Bohrloch 18 bis 30 Zoll tief, und je nach der Härte des Steins noch tiefer ausgebohrt. Jetzt setzen zwey Arbeiter in das Bohrloch zwey an eisernen, aus dem Wasser hervorragenden Stangen geschmiedete und gestählte Keile, deren eine Seite nach dem Umfange des Bohrloches abgerundet, und deren andere Seite abgeschrägt ist. Zwischen diesen wird ein dritter an einer eisernen Stange geschmiedeter Keil, die genau auf dessen Mittellinie vertical stehen mufs, herunter geschoben. Auf den Stiel dieses Keils schlagen nun zwey Mann mit Hämmern, während der dritte ihn vertical hält, und die so lange fortfahren, bis der Stein springt. Diese Sprengung wird jedoch dadurch sehr erleichtert, wenn auf gewissen, durch die Erfahrung, je nach der Härte des Steins ausgemittelten Abständen, mehrere Bohrlöcher gemacht, und die Keile zu gleicher Zeit darin eingetrieben werden. Es versteht sich, dafs die Keilstangen kleine Ringe haben, die man an das Flofs anbindet, damit sie, wenn der Stein springt, nicht in den Flufs fallen.

§. 30. Bey dem *steinsprengen mittelst Pulver und zwar im Trockenen*, wird auf folgende Weise verfahren. Man wählt je nach der Härte des Steines, einen Stemm- oder auch einen Kreutzbohrer, der zur Dicke 1 bis 3″ hat. Der eine Arbeiter nimmt den Bohrer mit beyden Händen, stellt ihn genau vertical; denn nur selten wird schräg gebohrt. So wie ein zweyter Arbeiter mit einem 4 bis 6 Pfund schweren Schlägel auf den Bohrer schlägt, dreht der erste denselben ein wenig und gießt von Zeit zu Zeit etwas Wassar in das Bohrloch, um den abgebohrten Steinstaub aus dem Bohrloche heraus zu treiben und die Bohrung zu erleichtern. Damit dieser Steinauswurf die Arbeiter, während daſs auf den Bohrer geschlagen wird, nicht beschmutze, so hält der eine denselben so, daſs die hohle Hand das Bohrloch deckt; und um dasselbe wird eine 2″ hohe Büchse von Lehm gemacht.

Gewöhnlich wird die Mine 12 bis 36″ tief gebohrt; während 6 Stunden können 2 Mann 1½ bis 2″ weit und 50 bis 60″ tief bohren. Leichte Stemmbohrer von 1″ breit und 30″ lang, erfordern nur einen Arbeiter, und es wird damit 14 bis 20″ tief gebohrt. Das Laden der Mine, die Einbringung des Sprengpulvers, und ihre feste Füllung oberhalb dem Pulver, ist das wesentlichste des Steinsprengens! Folgendes ist dabey, sowohl über als unter dem Wasser, zu heobachten. a) Die Mine muſs vom Wasser so viel als möglich befreit werden. b) Das in der Mine oder in der Patrone befindliche Pulver muſs vor aller Benetzung sicher seyn. Da, wo also zu der Mine Feuchtigkeit oder Wasser dringen kann, muſs das Pulver in eine Patrone welche genau die Weite der Mine hat und die von Linnen, Zwillich, Leder oder besser von Pappendeckel zu verfertigen und mit einer aus Talg, Wachs und Terpentinöl gemachten Masse zu bestreichen ist, gefüllt werden. c) Mit dem Sprengpulver oder der Patrone muſs man das Feuer leitende Pulver auf die mindest kostspielige Art vereinigen. d) Es muſs sonach eine Röhre von dem Sprengpulver bis zur Oeffnung der Mine hinaufgehen. e) Damit die Explosion oder Kraft des Pulvers so stark als möglich seitwärts und nicht vertical wirke, folglich der Stein mit der möglichst geringsten Quantität Pulver gesprengt werde: so ist die Leitröhre so klein als möglich und die Mine, oberhalb dem Sprengpulver oder der Patrone, so fest als thunlich ist, mit Steingrauſs, grobkörnigten Sand, kleinem Kiesel oder mit Lehm anzustampfen. Wie tief und weit aber die Minen zu dieser Absicht zu machen sind, wie stark die Pulverladung seyn muſs, und in welcher Entfernung die Minen gebohrt werden müssen — alles dieses hängt von der Beschaffenheit des Steines und Pulvers, so wie auch von der Gröſse der abzusprengenden Steinmassen, folglich von der Erfahrung ab. f) Wenn nicht besondere Umstände eintreten, so müssen die Minen, wo ganze Felsenmassen gesprengt werden sollen, perpendiculär auf die Felsenwände gebohrt werden, damit die Steinmasse nach keiner Seite der Mine zu schwach sey und die Explosion nach allen Seiten gleichförmig wirke. g) Von der Leitröhre ab ist das Zündpulver dergestalt zu legen, damit es das in der Leitröhre befindliche an-

zünde und es selbst von der Lunte nicht eher angezündet wird, bis sich ein Arbeiter von dem zu sprengenden Steine so weit entfernt hat, daſs die abgesprengten Steinstücke ihn nicht beschädigen. Demnach wird die Lunte von einem, an dem einen Ende breitgedrückten und befeuchteten Schwefelfaden gemacht.

§. 31. Die Füllung der Mine geschieht nach verschiedenen Methoden: 1) Nachdem sie mit einem aus Eisen bestehenden Löffel von dem Steingrauſs geleert und mit einem Lumpen oder Schwamm gereiniget ist, wird das Pulver hinein geschüttet und mit einem hölzernen, die Weite der Mine haltenden Cylinder zusammengestoſsen. Man legt darauf ein Stück Papier, damit der feuchte Lehm das Pulver nicht annetze und nimmt eine von Messingdrath, etwa oben 3 Linien breite, und unten spitze, die Höhe der Mine mit einem Oehr übertreffende Nadel (Raumnadel); setzt dieselbe vertical in die Mine, und stöſst sie durch das auf das Pulver gelegte Papier oder in die Patrone hinein. Jetzt füllt man die Mine mit etwas angefeuchtetem oder trockenem Lehm, stampft denselben mittelst eines eisernen Stämpfers, welcher an der einen Seite eine länglichte Höhlung hat, worein die Raumnadel paſst, und die dazu dient, damit die Lehmmasse um diese Nadel gleichfalls fest nieder gestossen werden kann. Ist auf diese Weise die Mine gefüllt, so wird die Raumnadel, mittelst eines durch ihr Oehr gesteckten Stabes, hin und her getrieben und heraus gezogen; dann aber der von ihr eingenommene Raum mit feinem Pulver durch Einträuflen gefüllt, das Zündpulver und die Lunte angelegt und angezündet. Da das von der Nadel gemachte Loch zuweilen zufällt, folglich mit der Raumnadel nachgestossen werden muſs, und nicht selten die ganze Füllung vergeblich ist, so hat die Anwendung der Halme von Weitzen- und Gerstenstroh, oder des Schilfrohres vor der eben beschriebenen Methode den Vorzug. Auch kann hiebey die Leitröhre kleiner, folglich die Explosion des Pulvers stärker seyn. Man setzt nämlich ein solches Rohr oder Strohhalm, dessen Oeffnung kaum eine Linie beträgt, vertical in die Mitte der Mine hinein, wenn das Sprengpulver zuvor hinein geschüttet ist. Bey einer Patrone aber steckt man es in dieselbe einen Zoll hinein, und schiebt es mit derselben in die Mitte hinab, nachdem es vorher mit sehr feinem Pulver gefüllt wurde.

Besser noch als diese Methode ist der Gebrauch eines ausgebohrten *Holzröhrleins*, oder einer Röhre von gebranntem Leder, neben welche man eben so als neben dem Halm: Lehm, Steingrauſs, feinen Kies, bis zur Oeffnung der Mine, mit einem Stampfer, einstampft, der auf der einen Seite, seiner Länge nach, eine Höhlung haben muſs, worin die Röhre oder der Halm einpaſst, damit dieses oder jene, während dem Einstoſsen, nicht beschädigt werde. Zu diesem Behuf kann man auch einen Stempel verfertigen lassen, dessen Horizontalschnitt dem der Mine fast gleich kömmt, und der in der Mitte eine Oeffnung hat, welche vollkommen für die Leitröhre Raum läſst.

Anstatt des Minenpropfes von Lehm, Steinstücken oder Kies, hat man ehemals, über das Sprengpulver oder über die Patrone einen hölzernen Pfropf, in die Mine eingetrieben und in demselben für das Leitpulver eine Oeffnung gebohrt, um den Pfropf herum, zur genauen Füllung der Mine, Sand eingestreut, wenn nämlich zwischen demselben und dem Rande der Mine einige Zwischenräume statt finden. Da ein solcher Pfropf allemal verlohren geht, und wenn in dessen Röhre Sand oder Steine einfallen, die ganze Mine unbrauchbar wird, so ist dessen Anwendung nicht immer anzurathen.

§. 32. Das *Steinsprengen mit Pulver unter Wasser*, hat deſswegen Schwierigkeiten, weil die Patrone und die Leitröhre vom Wasser befreyt seyn muſs. Man vermeidet es möglichst dadurch, daſs die Sprengung, während des niedrigsten Wasserstandes, selbst im Winter, dessen kurze Tage beym Wasserbau, überhaupt bey allen schnellen in kalten Climaten strömenden Flüssen, worin dieselben des Sommers von dem Schneewasser öfters hoch anschwellen, zu benutzen sind — geschieht, und 2) daſs man einen Theil der Strommasse, mittelst eingesenkter Prahmen, Sinkstücken 1. B. S. 262. Floſsen und Fangdämmen oder Umdammungen von Faschinenbau, Erde und Lehm, (*auf eine unbestimmte Zeit*) von den zu sprengenden Steinen ablenkt und die hervorragenden Stellen davon befreyet.

§. 33. Kann man dem Steinsprengen, während des höhern Wasserstandes, nicht ausweichen, so müssen, je nach der Wassertiefe und der Härte des Steines, lange und dicke Bohrer angeschaft; auch die Einrichtung mittelst Floſsen und Prahmen oder fester Gerüste, dergestalt getroffen werden, daſs die Arbeiten so wenig kostspielig als möglich fallen. Die Tiefe der Mine mag 14 bis 36″ betragen und sich zur Höhe des zu sprengenden Steins, wie 1 : 4; wenn der Stein aber in Kiesel etwa $\frac{1}{4}$ einliegt, wie 1 : 3; in Thon und Erde wie 2 : 5, verhalten. Doch die örtliche Erfahrung muſs auch hierüber noch bestimmter entscheiden. Ihre Weite mag 1 bis 3″ seyn; die Masse des Pulvers oder die Patrone mag $\frac{1}{3}$ der Mine ausfüllen. Dreyerley Methoden sind der Erfahrung gemäſs die besten. Sie erfordern alle eine Aufsatztülle, wegen des Leitrohrs, deren Querschnitt oder Form mit der Mine gleich seyn muſs. 1) Ist die Mine nämlich genau vertical gebohrt und daraus der zermalmte Steingrauſs herausgezogen, so wird mit einem zweyten oder Trichter-Bohrer, dessen Schneide 2″ breiter als die des erstern Bohrers seyn mag, die Mine oben 4 bis 5″ tief erweitert, und abermals von dem Steingrauſs gereinigt. Jetzt steckt man den ersten kleinen Bohrer vertical in die Mine, und läſst an demselben eine genau, in den weiter gebohrten Theil derselben, passende hölzerne Röhre, deren Rand $\frac{1}{2}$″ dick ist, herab. Auf diese Röhre wird nachher mit einem hölzernen Schlägel, bald auf der einen, bald auf der andern Seite geschlagen, damit sie in diesen Theil eindringt. Jetzt zieht man den Bohrer heraus, legt ein Brett auf die Röhre, deren Untertheil in das obere des Bohrloches zu stehen kommendes Ende in Talg getaucht und mit Flachs

oder werch umwickelt ist; schlägt so lange auf das Brett, bis die Röhre vollkommen fest steht. Die Aufschiebung des Flachses zu verhindern, wird es in solchen Einschnitten, die auf der Oberfläche der Röhre gemacht sind, angezogen. Damit aber nachher, wenn die Mine mittelst eines an einen Stock befestigten Schwammes von allem Wasser befreit ist, an dem Rand der Mine und der Röhre von neuem kein Wasser eindringen möge, so wird auf demselben, d. i. auf der zwischen dem Stein und der Röhre befindlichen Spalte, Wasserkitt oder Lehm aufgestrichen. Kann man sich hiezu nicht eines Tauchers bedienen, so wird eine an der einen Seite nach dem Umfange der Röhre geformte Eisenblechbüchse, die oben und unten offen ist, mit Wasserkitt gefüllt und mit einem an einem eisernen aus dem Wasser hervorragenden Stiel befestigten Stempel auf die Kittmasse gestofsen, die nach und nach aus der Büchse herausquillt, und den besagten Rand bedeckt. Damit man aber mit dieser Büchse in dem Wasser um die Röhre herumfahren könne, mufs sie mit zwey eisernen Bügeln, die dergestalt in einem Winkel gebogen werden, dafs die eiserne Stange, woran sie zusammen laufen, vertical auf ihren Rand zu stehen kömmt, so dafs mit dem Stöfser vertical in die Büchse hineingestofsen wird, versehen seyn. Nachdem diese das Wasser abhaltende Röhre auf diese Weise gesetzt ist, wird die von Leder, Zwillich oder Pappendeckel verfertigte Patrone mit dem darin befestigten oben angegebenen Leitrohr bis auf den Boden der Mine herabgestofsen, die Leitröhre mit Pulver, der zwischen beyden Röhren befindliche Zwischenraum aber mit Steingraus, Kies oder Lehm sorgfältig gefüllt; die Schwefellunte angebracht und die Mine angezündet.

Die zweyte Methode besteht darin, dafs man auf die Patrone zwey Keile, welche in der Mitte ein Loch haben müssen, worauf das Leitrohr genau pafst, oder besser, wodurch dasselbe eingesteckt wird, hinabgetrieben werden. Einige bedienen sich auch dabey einer Ausfüllung mit Thon und deren im vorigen §. angeführten Raumnadel. Der untere Keil wird zugleich an die Patrone befestiget und macht mit dem obern einen Cylinder aus.

Einer dritten Methode hat sich *Thunberg* bey dem Seehafen von *Carlskrona* bedient. Nachdem der Stein *a* Fig. 45. Tab. 100., 33″ tief, von Flofsen *d d*, ab, die zusammengeschoben wurden, um durch die beyden Ringe *b*, welche man auf einander legte, den Bohrer hindurch zu lassen, folglich ihn desto leichter in der verticalen Richtung zu erhalten, gebohrt war, wurde auf dem Flofse eine blecherne Röhre *e*, die wasserdicht war, einen Boden *f* und genau die Form der Mine hatte und $1\frac{1}{2}$ Schuh aus dem Wasser hervorragte, — in die Mine gesteckt. In der einen Schuh langen Patrone *g* wurde der eiserne Keil *c* gebunden, welcher in der Mitte eine 4 Linien weite Röhre hatte. An diesen Keil war eine Stange festgemacht, womit man die Patrone und den Keil hinabliefs, gegen denselben ward der zweyte Keil *h*, der gleichfalls eine Röhre hatte, und an der eisernen Stange *k* angeschmiedet war,

hinab gestossen, nachdem zuvor mit demselben, ein mit einer 4 Linien weiten Rinne versehenes Holz *l*, mittelst eines Fadens verbunden war. Diese Rinne stieſs genau auf die zwischen den Keilen inne laufende Röhre. Jetzt, nachdem der an der eisernen Stange angeschmiedete Treibekeil *h*, indem man auf dieselbe klopfte, genau auf den untern oder Setzkeil *c* angetrieben war, wurde die solcher Gestalt gefüllte blecherne Röhre *ef* in die Mine hinab getrieben; die beyden Floſse *dd*, wie es in der Zeichnung angegeben ist, auseinander geschoben; die Leitröhren mit feinem Pulver gefüllt, über die zwey Floſse eine Balkenlage *AE* gemacht, worauf Steine *B* gelegt wurden, damit die von dem Pulver vertical aufgeworfene blecherne Röhre dagegen anprellte und aufgefangen werden konnte. Endlich ward die Lunte angebracht und die Mine angezündet. Der untere Theil der Röhre, so wie der Setzkeil war gewöhnlich verlohren; letzterer weil die Patrone seitwärts der erstern ihre Explosion ausübte.

§. 34. Sind die einzelnen Steine oder Felsen auf eine oder auf die andere Weise gesprengt: so werden sie mit dem Flaschenzuge, dem Wuchtbaum, der Schraube, der Steinklaue, der Steinzange oder der Erdwinde, und mit alle den in der vorhergehenden Abtheilung beschriebenen Zug- und Hebemaschinen heraus gehoben, und so wird das Fahrwasser gereinigt.

§. 35. Die aus den Steinbrüchen gesprengten Steine aller Art werden auf zweyerley Weise zu Werkstücken zubereitet. Entweder werden sie auf Maschinen gesägt, *) (vorzüglich die Tufsteine und Sandsteine), oder sie werden zuerst mit der Spitzhaue Fig. *H*. Tab. 100. behauen, und dann mit den gezahnten Hammer, der vorne einige rautenförmige Erhöhungen hat, ins Feine zugehauen. Zu dem Abhauen groſser Ecken wird der Hammer Fig. *L*. gebraucht, oder es wird dasselbe, vermittelst Keile Fig. 13., oder dem Steinmeisel Fig. *N*., abgesprengt, indem man darauf, mit dem eisernen Schlägel Fig. *K*, schlägt.

Feine Sandsteine, wenn sie auf diese Weise zugehauen sind, werden noch mit einer Handsäge, deren Blatt keine Zähne hat, glatt geschnitten, wenn der Ingenieur sehr geringe Steinfugen haben will. Eine Methode, welche bey dem Molo von *Lindau* angewendet wurde. Auf Tab. 104. sieht man die schönen Steinlagen dieses Werkes.

§. 36. Die *künstlichen Steine* bestehen entweder aus einer Masse von Granitsand oder Quarzsand und Kalk; aus gestossenen Tuftsteinen, Sandsteinen, Bimmstein oder vulkanische Asche und Kalk, oder aus Kalkmergel, frisch gelöschten Kalk und Bausand; aus geschmolzenen in Formen gegossenen Eisenschlacken; aus Thon und zerstossenen Bimmstein oder vulkanische Asche; oder endlich aus Lehm, Thon und Sand, welche letztere man *Ziegel* nennt.

*) Unter den durch das Wasser getriebenen Steinsägen habe ich die beſste Einrichtung bey München in der St. Anna Vorstadt in der Nähe meines Landhauses gefunden, und ich besitze ein nach dieser Einrichtung verbessertes Modell, in meiner Modell-Sammlung.

§. 37. Zur verfertigung der *künstlichen sandsteine* wird zum sichersten eine aus zwey Theil Quarzsand, ein Theil frisch gelöschten Kalk, und ein Theil zerriebenen Kalk genommen. Diese Masse wird in ein Mörtel-Bett tüchtig durcheinander gearbeitet, nachdem darin zuerst der sand, dann der gelöschte Kalkbrey geschüttet, und dieses mittelst an langen stielen befestigten eisernen *Hauen* durcheinander gearbeitet ist. Jetzt wird der Kalkmergel aufgeschüttet, und dann die ganze Masse sechs mal, von der einen seite des Mörtel-Bettes nach der andern, mit der Haue, durchgehauen. Nun wird diese bearbeitete und von grofsen steinen gereinigte Masse, in Butten gefüllt, und in eine *Presse* geworfen. Dieselbe besteht aus einem Kasten, (je nach der Gröfse eines steines grofs), dessen seitenwände an ein aus Balken gemachtes Gebind befestigt sind. In einer oberhalb des Kastens das Gebind zusammen haltenden Deckschwelle ist eine schraubenmutter befindlich. Durch diese geht die an dem eisernen Deckel des vorher erwähnten Kastens befestigte schraubenspindel, mithin kann der Deckel auf und nieder gewunden werden. An dieser spindel ist ein stirnrad befestigt, welches in zwey vertical stehende Trillinge eingreift, und indem diese mit denen in ihrer welle angebrachten Hebel herumgedreht werden, so wird das stirnrad, folglich auch die schraube, umgedreht. Es kann daher der an dieselbe befestigte Deckel auf die in dem Kasten befindliche Masse herabgeprefst werden. Denn wird die spindel also auch der Pressen-Deckel aufwärts getrieben, die eine wand des Kastens geöffnet, das künstliche werkstück heraus genommen, und unter einem luftigen schoppen getrocknet.

Mit solchen so verfertigten künstlichen steinen hat der verstorbene Fürst *Lichtenstein* in *Mähren*, um seinen Park bey *Felsberg*, eine 8000 Klafter oder 4 stunden lange, und etwa 10 schuh hohe Mauer aufführen lassen. Jeder stein war 6 zoll hoch, 18½ zoll lang, und 12 zoll dick, enthielt also 1332 cubik-zoll. Ich habe einige steine am 14. September 1804 wiegen lassen, und das Gewicht eines steines war 81 Pfund; nachdem er 14 Tage getrocknet war aber nur 71 Pfund. Damit wurde, wie mit ziegeln gemauert. Bey jeder Presse waren fünf Arbeiter, und diese verfertigten binnen 10 stunden 120 steine. Für jeden stein erhielten sie 2 bis 3 kr. Lohn.

§. 38. In den Eisenhütten werden die Eisenschlacken nochmals geschmolzen und in Formen gegossen, woraus sehr leichte Bausteine gemacht werden, die man vorzüglich im Innern der Gewölbschenkel, der Brücken und Gewölbe, zu unterirdischen Mauern, besonders aber zu Cloaken, mit Nutzen gebrauchen kann. Dieselben widerstehen nämlich besser als alle übrigen steine der schärfe des urins und dem sumpfigen oder unreinen schlammwasser!

§. 39. Die dritte Art der *künstlichen Bausteine* sind die *ziegel*, wovon der baierische cubik-schuh 82 bis 89 Pfund wiegt, und die 11 bis 12 zoll lang, 5 bis 6 zoll breit, und 2½ bis 3 zoll hoch sind. Zu einem cubik-schuh Mauerwerk

rechnet man gewöhnlich acht steine. Die ziegel werden aus *Thon* und *sand*, oder aus *Lehm* gebrannt. Unter *Thon* versteht man eine grauliche, bläuliche, dunkelbraune oder schwärzliche sehr fette Erde; unter *Lehm* aber eine röthliche oder gelbliche mit sand vermischte Erde. Er löſst sich in wasser gelegt durchs umrühren auf, nicht aber der Thon.

Da die aus bloſsen Thon gebrannten steine im ofen springen oder Risse bekommen, und den Mörtel, ihrer glatten oberfläche wegen, nicht aufnehmen: so muſs derselbe mit sand oder vulkanischer Asche, oder mit zerstossenen Bimmstein, Hammerschlag oder steinkohlenstaub, vermischt werden. Insofern aber letztere Ingredenzien nicht allemal zu haben oder kostbar sind, so bedient man sich zur Beymischung des sandes, der von Mergel oder Kalktheilen frey seyn sollte. Von diesen zwey letztern Materien muſs jederzeit der Lehm befreyt werden, weil sie entweder die steine sprengen, oder, selbst in den Gebäuden, den Mörtel aussprengen, indem sie sich löschen. Hat demnach der Lehm diese Ingredienzien, oder muſs der Thon mit sand vermischt werden: so ist es nothwendig, die ziegelerde durchs Treten und Aufwerfen mit der Rotthacke (Fig. 71. Tab. 84) tüchtig um oder durcheinander zu werfen, das ist, von der einen nach der andern seite zu durchhauen. Dann treten die Arbeiter den Lehmbrey mit den Füssen durch, und indem sie dieses verrichten, müssen sie die gröſsern Kiesel, so wie die Kalk- und Mergelstücke, sorgfältig auslesen und bey seite schaffen. Da, bey dem fetten Thone, diese Arbeit mit den Füssen, äuſserst beschwerlich ist, so bebedient man sich zur vermengung des sandes mit dem Thone oder Kley, der sogenannten Kleymühle Tab. 84. Fig. 59., bey welcher eine runde durch einen Pferdegöpel in Bewegung gesetzte scheibe eiserne Messer hat, die die Thon- und sandmasse durchschneiden. Welches verhältniſs aber des sandes zum Thon statt finden müsse, und ob der Lehm zu viel sand enthalte, daher eine Beymischung von Thon erheische, dies zeigt die Erfahrung. Die beſste ziegelerde ist daher diejenige, welche von der Natur aus Thon und feinen sand besteht, dies ist also der *Fluſsschlamm*. So nehmen die Holländer aus der *Yssel* mit *Handbügel* (Tab. 100. Fig. 32.) ihre ziegelerde; auch in Baiern könnte aus dem Inn einen trefflichen Töpfer- und ziegelthon mit wenig Mühe gewonnen werden, weil dessen Fluſsbett an vielen stellen, z. B. bey *Mühldorf*, daraus besteht. Beyde Erdarten, (d. i., der Thon und der Lehm) enthalten salz und salpeter, welches beydes während dem Brande der ziegel, ausgetrieben werden oder zum Theil darin bleiben; daher die Festigkeit und Haltbarkeit nachtheilig sind. Sollen demnach gute ziegel gebrannt werden: so bereite man die ziegelerde im sommer, lasse dieselbe im folgenden winter ausfrieren, damit die in den Lehm enthaltenen salz- Kalk- und Mergeltheile verfliegen oder sich auflösen. In Holland darf daher kein ziegelbrenner später als bis zum 20. september, und nicht früher als vor dem 10. May ziegel brennen. Auch können dieselben, da wo man sie später oder früher brennt, während den Nachtfrösten, unter den schoppen, gar nicht austrocknen, folglich müssen sie im ofen

springen, ungleich brennen, und ihre salze behalten. Wahrlich in Teutschland verfährt man mit einer unverantwortlichen Nachläfsigkeit beym Ziegelbrennen, und besonders in der Nähe der Hauptstadt eines Königreichs. Die Polizey so wie die Bauämter wenden nicht die geringste Obsorge auf die Ziegeleyen, während mit so schlechten Ziegeln, die bereits beym Aufladen auseinander fallen, Gebäude aufgeführt werden, von denen einzelne Mauern im ersten Jahre einfallen, auf denen kein Anwurf hält, und aus denen die Salze ausschlagen. Ja man läfst die damit im Herbste erbauten Häuser bereits in dem folgenden Winter bewohnen, um im nächsten Sommer kranke Familien zu sehen! Hiezu kömmt noch, dafs während das Klafter Fichtenholz 3 ½ bis 4 fl. kostet, 1 ¾ Klafter zu tausend Ziegel gebraucht werden, dieses mit 22 fl. bezahlt werden mufs, da es doch nur höchstens 14 fl. zu stehen kommen sollte; wobey die Eigenthümer der Ziegeleyen noch reich werden müfsten. Während diese schlechten Ziegel verbraucht werden, bewundert jedermann die aus eben diesem Lehm im 15ten Jahrhundert gebrannten Ziegel der Stadtthore, der Hauptkirche und des Schlosses! Wie leicht wäre dieses heillose Unwesen und so viele Mifsbräuche bey der Civilarchitectur abzuschaffen, wenn man nur ernstlich wollte, eine Bauordnung einführte, und nicht die persönlichen Verhältnisse so viel Einflufs hätten!!

§. 40. Will man zu Gewölben leichte Ziegel haben, so vermische man den Thon mit zerhacktem Heu und Stroh oder mit Spreu (Hülsen des Getreides), mit dem Abfall des gebrachten Flachses oder auch mit Sägespähnen. Die eine oder andere dieser Ingredienzien haben sich die Baumeister der kühnen gothischen Gewölbe immer bedient; insbesondere sind damit die Gewölbe des Ulmerdoms gemauert worden; ja die Griechen und Römer machten bereits auf diese Weise Ziegel, welche leichter als Wasser waren, wie Vitruvius bemerkt.

§. 41. Die *Güte der Ziegel* wird vorzüglich daran erkannt: 1) Wenn sie sich nicht leicht zerschlagen lassen, und gar nicht bröckeln, sondern die Stücke davon springen; 2) wenn sie, im Verhältnifs ihrer Gröfse, nicht schwer sind; 3) hell klingen, indem darauf mit Metall geschlagen wird; 4) wenig Wasser einsaugen und überhaupt gut ausgebrannt sind. Die blafsrothen und gelblich rothen sind zum wenigsten gebrannt, frieren daher leicht und zerbröckeln dann; die rothen Steine sind aber besser; zum Wasserbau sind aber die dunkelrothen die beſsten, und zugleich die leichtesten Steine; 5) wenn sie einen strengen Winter über dem Frost und der Witterung, so wie der Nässe ausgesetzt, weder bröckeln, springen, noch ihre Farbe sehr verändern.

§. 42. Zu den Wasserbauwerken sucht man allemal nur gut gebrannte Steine aus, und damit dieselben erhalten werden, ist fast immer nothwendig, nur Steine von der kleinsten Gattung streichen zu lassen, weil diese im Innern gut ausbrennen. Die Holländer nennen sie *Klinker*. Auch die mit Steinkohlenfeuer gebrannten Ziegel

sollten nicht zum Wasserbau gebraucht werden, weil sie alle jene Eigenschaften nicht haben.

§. 43. Was nun das Formen und Brennen der Ziegel, so wie die Construction der Ziegelöfen anbetrifft, so gehört dieses alles nicht zu den Gegenständen dieses Werkes, und ich verweise den Leser, welcher sich darüber belehren will, auf folgende Schriften. 1) *Bignon* über die beſste Art von Oefen. 2) *Gillys* Anweisung zur Erbauung der Torf-Ziegelöfen. Berlin 1792. 3) *Bergmannisches Journal* 2ter Band 1791. 4) [*Schauplatz der Künste und Handwerke* VII. Band. 5) *Cancrins* Abhandlung über die Ziegelhütten.

Drittens.

Von dem Kalche, dem Cemente und dem Mörtel.

§. 43. Unter allen Steinen ist der nützlichste der *Kalchstein*, weil er aus dreyerley Gattung besteht, a) aus Kalchsteinen, b) aus Mergelerde oder c) aus Muscheln gebrannt. Dieser heiſst *Muschelkalch*, der erstere *Steinkalch*, *Lederkalch* oder blos *Kalch*, und der zweyte *Mergelkalch*.

§. 44. Die Chemie lehrt uns: daſs der Kalchstein aus Kalcherde, Kohlensäure und Wasser besteht; daſs er gebrannt der letztern Stoffen beraubt wird, mithin in Stücken und Staub zerfällt; dieselben aber, der Luft und Nässe ausgesetzt, wieder einsaugt, und sich so von neuem verhärten kann: weswegen die Kalchgruben von der Luft verwahrt, d. i. mit Sande zugedeckt seyn müssen. Kalchstein in Scheidewasser aufgelöst, einen bedeutenden etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ des Gewichts vom Stein habenden Bodensatz von Kiesel-, Thon- und Eisenerde zurück lassend, gehört zum beſsten. Der in Kalchöfen gebrannte Stein *) verliehrt gewöhnlich ein Drittel bis die Hälfte seiner natürlichen Schwere.

§. 45. Wird auf den gebrannten Kalch Wasser geschüttet: so verschluckt er dasselbe, erhitzt sich, indem der darin enthaltene Wärmestoff ausgeschieden wird. Den mit Wasser gesättigten Kalch nennt man *lebendigen* oder *gelöschten Kalch* **).

*) Das Brennen muſs nämlich vollkommen geschehen, um die Kohlensäure und das Wasser aus die Steine zu treiben und der nicht gut ausgebrannte Kalch taugt deswegen zum Mauern nicht. Wird während heftigen Regen und Stürmen gebrannt, so geräth der Kalch nicht so gut als bey schöner Witterung; auch muſs das Feuer nicht einmal schwach und das andere mal stark seyn. Die Kennzeichen eines gut gebrannten Kalches bestehn darin: daſs der Stein nach dem Brande um die Hälfte kleiner oder wenigstens 1/3 bis die Hälfte leichter ist; daſs er beym Löschen knistert und einen dicken Rauch giebt; viel Wasser verschluckt und sich an die Wände der Kalchgrube anhängt.

**) Da der gebrannte Kalchstein, wenn er im Freyen liegt, die Kohlensäure und Wasser einsaugt; so ist es nothwendig, ihm entweder in Gefäſse zu füllen, bald zu löschen oder zu gebrauchen. Beym Löschen muſs so viel Wasser aufgegossen werden, daſs sich alle Steine hinlänglich mit Wasser sättigen;

Schon Vitruv Cap. V. Lib. II. giebt den aus harten Kalchsteinen gebrannten Kalch vor den aus weichen gebrannten, zu den Mauern, den Vorzug, und will den letztern zur Bekleidung verwendet wissen. In der Regel ist diese Angabe auch noch jetzt richtig, aber es giebt Ausnahmen, und Smeaton fand bey seinen über den Mörtel angestellten vielen Versuchen, das Gegentheil. Einige Kalcharten müssen gleich, nach geschehener Löschung, verarbeitet werden, wie z. B. der paduanische Kalch, welcher viele Kieselerde enthält; andere müssen gelöscht in der Kalchgrube ein Jahr und länger liegen bleiben. Der zu Cement sehr brauchbare und vortreffliche, in Wien aber unbekannte mährische Chorowitzer Kalch mufs z. B. bald verbraucht werden; eben so wie der in Holland bekannte Lütticher Kalch und alle Kalcharten, die zu Wassermörtel gut sind, d. i. viel Kiesel-, Thon- und Eisenerde enthalten. Der Baumeister mufs indessen stets über den Gebrauch des Kalches die Erfahrung anderer oder seine eigne mit Behandlung der vorhandenen Baumaterialien zu Hülfe nehmen: denn wer alles Verfahren einigen wenigen Regeln unterwerfen will, der ist noch wenig in der Praxis bewandert!

Was das Wasser anbetrifft, womit der Kalch gelöscht wird, so ist das auf gelöschten Kalch stehende Kalchwasser das beste, weil es fast keine Kohlensäure enthält. Ihm folgt reines Brunnen-, Quell- und Flufswasser. Des Seewassers, so wie des Wassers aus Flüssen, worin die Fluth des Meeres aufläuft, sollte man sich nur in Nothfällen zum guten Kalch bedienen, wiewohl Smeaton, beym Bau des Leuchtthurms von Edystone, dasselbe mit Erfolg gebraucht hat: denn es enthält nicht nur Salze, sondern auch viele Kohlensäure, welche die Auflösung des rohen Kalchsteins stört *). Noch weniger mufs man zum Löschen das Sumpfwasser gebrauchen. Ein gleiches gilt bey dem zur Verbindung des gelöschten Kalches mit andern Ingredienzien dienenden Wassers, um einen Mörtel zu machen, dazu kann sich des im Sommer einige Tage der Sonne ausgesetzten Wassers besser, als des ganz kalten bedient werden. Bey kalter Witterung ist auch kaltes Wasser gut.

§. 46. Unter *Mörtel* versteht man nämlich eine Masse gelöschten Kalches mit solchen Substanzen vermischt, die eine Bindung mit demselben zulassen. Erhärtet der Mörtel im Wasser, so nennt man ihn einen *Wassermörtel*, oder auch wohl *Cement*.

und ist die Masse fleifsig durchzurühren. Bey zu wenigem Wasser verbrennt der Kalch, bey zu vielem verliert er von seiner Bindungskraft. In dem gelöschten Kalch müssen keine einzelne Steinklumpen angetroffen werden, sondern wenn man mit einem Grabscheit hinein sticht, mufs der Kalch daran als ein weicher Brey hangen. Es ist daher nothwendig, den im Kalchkasten mit Wasser angegossenen und ungelöschten Kalch, recht umzurühren, und alle einzelne Steine abzusondern.

*) Belidor 2 Th. §. 307. sagt indessen, dafs man sich an den Küsten der Normandie des Seewassers, freylich beym guten Kalche bediene, und dafs der damit gemachte Mörtel anfänglich nicht so schnell als der mit süssem Wasser gelöschte Kalch erhärte, aber mit der Zeit viel härter werde. Es kömmt also bey dieser Vorschrift auf die Güte des Kalches und auf den Grad der Saszigkeit des Seewassers an.

Des Mörtels Bindungskraft, so wie die der steine, zwischen denen er geworfen wird, hängt ab: von der Güte des Kalches selbst; von dessen hinlänglichen Ausbrennung; dem guten Löschen *); der Bestandtheile derer ihm beygemischten Körper; ferner von dem verhältniſs derselben untereinander und zur Masse des gelöschten Kalches; so wie von der tüchtigen verarbeitung der Mörtelmasse unter und durcheinander, und endlich von der Beschaffenheit des zum Löschen und verarbeiten gebrauchten wassers. Folgende Erfahrungen will ich hier anführen, ehe ich die Materie verfolge. Bey dem Bau der Bogenbrücke zu Rosenheim in Baiern wog der baierische cubik-schuh ungelöschten Kalches 37 $\frac{1}{2}$ Pfund. Beym langsamen Löschen wurden 65 Maaſs, à 2 Pfund, wasser gebraucht; und jetzt nahm die Masse 2 $\frac{2}{3}$ Cubik-Fuſs ein, und der cubik-Fuſs gelöschten Kalches wog 55 Pfund. Der aus Bachkiesel gebrannte Kalch, den man, wenn er eine schwärzliche und gelbe Farbe hat, *seifenkalch* nennt, ist zum wassermörtel vortrefflich; zu 4 cubik-Fuſs ungelöschten Kalches wurde 6$\frac{3}{4}$ cubik-Fuſs wasser, dann gelöscht, 14 cubik-Fuſs Sand gebraucht, welches 17 cubik-schuh Mörtel gab.

Da der gelöschte oder lebendige Kalch die Kieselerde und alle glasartigen Materien entweder auflöst, oder sich mit ihnen, ihrer Pori wegen, innig verbindet: so sind die besten Beymischungs-Materien folgende. Der Traſs **); die Pozzulane ***); die dornicksche Asche ****); die Porzellain-Formen; Porzellain selbst; zerstoſsenes Glas; verglaſster Thon; zerstoſsene und pulverisirte Dachziegel. Alle diese Materien, wenn sie zerstoſsen sind, kommen der vulcanischen Erde oder Asche nahe; die erstern sind ihr ohne zweifel fast vollkommen gleich. Zerstoſsenes Eisen oder schmie-

*) Beym Löschen muſs anfänglich der lebendige Kalch in dem aus Brettern bestehenden Kalchkasten, aus welchen man ihn in die Kalchgrube laufen läſst, nur angefeuchtet werden, damit er so nach und nach auseinanderfällt. Jetzt wird die Masse mit der Krücke auseinander gestoſſen und so kommt immer mehr Wasser darauf, bis der Kalch vollkommen gesättigt ist. In der Grube selbst muſs endlich noch Wasser gegossen werden, wenn derselbe nicht mit Sand bedeckt und gegen die Einwirkung der Atmosphäre geschützt ist, weil der Kalch die fixe Luft einsaugt und so wieder zum rohen Kalch erhärtet.

**) Der Traſs wird in der Gegend von Andernach am Rhein aus dem Tufstein-Gebirge genommen. Er hat eine graue, bläuliche oder gelblichte Farbe, und bröckelt sich leicht; ist sodann eine vulkanische Asche, weil der Tufstein ein vulkanisches Produkt ist. Dieser Stein ift leicht und zu Zimmerdecken vortrefflich, eben so auch zu Kirchengewölben. Er kann nach allen Formen, ohne viele Mühe, ausgeschnitten werden. So wird er in Steinen nach Holland verfahren, aber dort zu Pulver zerstoſsen und vermahlen; dann, sonderbar genug, nicht selten, wieder in Deutschland und am Rhein verkauft, als wenn eine solche Traſsmühle eine Hexerey wäre!! Der Traſs wird oftmals mit Thonerde und Sand verfälscht und man hält daher in Holland die Traſsmüller, besonders zu Dortrecht, unter Aufsicht.

***) Pozzulane ist eine vulcanische Erde, die in den Gegenden von Civita — Vechia, Rom, Pozzuoli und Neapel gefunden wird. Von den erstern Gegenden beziehn wir sie nach Venedig, Triest und Fiume, die braunröthliche ist zu unsern Wasserbauten die beſste.

****) Die Dornicksche-Asche besteht aus kleinen Steinen, die beym Brennen des Kalchsteines in der Gegend von Dornick abfallen und sich mit den Steinkohlen vermischen.

deschlacken, Ziegelmehl aus gut gebrannten Dachziegeln oder Töpfergeschirren; Quarz, scharfer Fluſssand, und endlich der von allen Erdtheilen gesäuberte, scharfe und gegrabene Sand sind vortrefflich zum Mörtel *). Die zwo ersten Abtheilungen von Ingredienzien sind zum Wassermörtel die besten, wozu die letztern keinesweges hinreichen, wenn der Kalch nicht selbst die Eigenschaft hat, daſs er im Wasser erhärtet. Es müssen daher dazu, wenn nur immer möglich, von den erstern Stoffen beygemischt werden. Das Ziegelmehl erfordert aber einen sehr guten Kalch, wenn der damit angemachte Mörtel im Wasser von langer Dauer seyn soll. Wo der Kalch also gut ist, bedient man sich des mit Ziegelmehl gemischten zum Wassermörtel, z. B. in Frankreich (das dort auch Ciment heiſst) mit dem besten Erfolge. Das Ziegelmehl saugt nämlich die in dem Mörtel enthaltene Feuchtigkeit ein, und nimmt den Kalch auf, trocknet und verbindet daher die Mörtelmasse mit den Pori der Steine.

Da uns vorzüglich der Wassermörtel, zu dem man nur aus Kalchsteinen gebrannten Kalch und ohne Noth nie Muschelkalch nimmt, weil er Salztheile enthält, wichtig ist, so will ich die beſsten Erfahrungen hierüber beybringen. Smeaton mischte zu $\frac{1}{2}$ Theil Sand $\frac{1}{4}$ Puzzolane oder Traſs und $\frac{1}{4}$ Kalch. Der aus gleichen Theilen von Puzzolan und Kalch bereitete Cement war dem aus Traſs verfertigten vorzuziehn, weil er eben so an der Luft als im Wasser erhärtet, an den Murazzi vor Venedig springt er aber, der Luft ausgesetzt, vom Froste, aus den Fugen. Smeaton bediente sich auch des Seewassers zur Mischung, und fand, daſs der damit angemachte Mörtel unter Wasser noch fester ward, als der mit süssen Wasser bereitete. Zu Mauern über Wasser räth er jedoch nicht dazu, weil das darin enthaltene Salz die Feuchtigkeiten aus der Luft einsauge. Auch fand er es besser den gelöschten Kalch frisch zu verarbeiten. Aus den 20 Mischungen, die er mitgetheilt hat, will ich nur einige aufnehmen.

Kalchpulver.	Puzzolane.	Sand.	
2	2	—	Wassermörtel.
2	1	2	
2	1	3	aussen zu gebrauchen
2	$\frac{1}{4}$	3	im innern des Gemäuers.

Kalch.	Zerstoſsene Schmidtschlacken (engl. Minion.)	Saud.	
2	2	1	aussen.
2	$\frac{1}{2}$	3	im Innern.
	Traſs.		
2	1	—	
2	1	1	
2	1	2	u. s. w.

Alles dieses ward trocken unter einander gemischt, dann Wasser darauf gegossen und tüchtig geschlagen und mit der Hacke durcheinander gearbeitet.

*) Zu dem *Bausande* muſs niemals schlechter und glatter oder Mergelsand, noch solcher genommen werden, zwischen dem sich Erdtheile befinden. Man muſs auch den besten scharfen Fluſssand gehörig waschen, wenn er Erd- oder Mergeltheile hat, dann trocken werden lassen und endlich durch ein Drathgitter werfen. Ist aber kein scharfer Sand zu haben, so müssen Porphyre, Granite oder Quarze und groſse Kieselsteine zu Sande gestoſsen werden. Zuweilen wird es auch unter diesen Umständen gut seyn, unter den Mörtel, Ziegelmehl zu mischen; selbst bey dem gewöhnlichen Mauerwerk.

Auch in Italien mischt man so die Puzzolanerde unter den gebrannten Kalch. Dieser wird nämlich in das Mörtelbett ausgebreitet, nach und nach mit Wasser angefeuchtet und so wie er zu einem Teige geworden, mufs der Puzzolan darauf geschüttet werden, welches zu widerholten malen geschieht; wobey mit der Mörtelhacke alles tüchtig unter einander gearbeitet wird. Bey dieser, so wie bey der Bereitung alles Mörtels, gilt die Regel: dafs man so wenig Wasser als möglich dazu nehmen und den Mörtel tüchtig unter einander arbeiten mufs. Dazu kann sich eines gezackten Rades Fig. 59. Tab. 84. bedient werden. Die Zacken oder Zähne des, mittelst eines Pferdegöpels, herumgetriebenen Rades werden nämlich durch die Mörtelmasse durchgezogen. Vorher, ehe der Mörtel darunter kömmt, mag dieser jedoch mit der Hacke durchgearbeitet seyn. Perrouet bediente sich dieser Maschine auch zur Verfertigung des gewöhnlichen Mörtels. Zu 72 Cubik-Schuh Kalch wurden 144 Cubik-Schuh Sand gebraucht; in 12 Stunden war diese Masse von zwey Pferden bearbeitet. Sie gab 155 Cubik-Schuh Mörtel. Er liefs fast kein Wasser zuschütten, um die Knetung desto inniger zu bewirken.

Da, wo das Gemäuer nicht unmittelbar ins Wasser liegt, sondern nur daran grenzt, mag man zu dem innern Körper $\frac{1}{2}$ Theil Sand, einen Theil Puzzelane und $\frac{3}{4}$ Kalch nehmen. Dieser Mörtel mufs am zweyten Tage vermauert seyn, weil er sonst nicht gut erhä et *).

67 *

*) Der Herr Senator Stieglitz in Leipzig hat in seiner vortrefflichen Encyclopädie der Bürgerlichen Baukunst S. 684 folgende Mischungen aufgezeichnet. — Zu Bassins, Wasserleitungen, Cisternen, feuchten Gewölbern unter der Erde und dergleichen macht man einen feinern Mörtel, und zwar auf zweyerley Art. Der erste Mörtel wird aus einem Mafse Puzzulane, einem Mafse Sand, ohne Erde, und einem Mafse gebrannten frisch gelöschten Kalche verfertigt. Der Kalch mufs gut gelöscht und vollkommen gleich zergangen seyn, damit keine Körner mehr darin sind. Die ganze Mischung mufs tüchtig unter einander gearbeitet werden, und wenigstens vier und zwanzig Stunden lang ruhen, ehe man sie braucht. Bey der ersten Zubereitung dieses Mörtels, mischt man zuerst blos den Sand zu dem Kalche, die Puzzolane aber thut man nicht eher dazu, als an dem Tage, wo er verbraucht wird, und zwar aus dem Grunde, weil der Mörtel, da die Puzzolane dessen Austrocknung beschleunigt, während der vier und zwanzig Stunden langen Ruhe, allzuhart werden würde, wenn die Puzzolane darunter wäre. Dieser Mörtel dient zu der Erbauung der angeführten Mauern, zum Bewurf derselben nimmt man einen andern, der aus zwey Maafs Puzzolane und einem Maafse Kalche besteht, und der, nach der Mischung, sechs Stunden lang ruhen mufs. Nach dieser Zeit arbeitet man ihn, aufs neue sorgfärtig durch, und erhält einen Mörtel, der geschickt ist, solche Mauern zu bewerfen und abzuputzen, die beständig im Wasser stehen. Sobald der Abputz einer solchen Mauer fertig ist, mufs der Maurer Acht geben, ob durch das Zusammenziehn und Austrocknen des Mörtels kleine Risse entstehn, und diese sogleich zustreichen. Uebrigens ist hierbey noch zu bemerken, dafs die angegebene Mischung nicht immer einerley seyn kann, weil man sich allezeit nach dem Kalche zu richten hat, der in einem Lande mehr Sand und Puzzolane vertragen kann, als an einem andern. Geben, zum Beyspiel, zwey Maafs Puzzolane und ein Maafs Sand, einen zu fetten Möitel; so mu's man in dem nämlichen Verhältnisse die Menge der Puzzolane und des Sandes so lange vermehren, bis der Mörtel die gehörige Beschaffenheit erhält. Ist dieses Maafs von Puzzolane und Sand zu grofs, so mufs man es vermindern."

Der Trafsmörtel besteht, bey dem Grundbau der neuesten Schleusen in Holland, aus zwey Theilen gesiebten Lütticher Kalch und einem Theil Trafs, alles tüchtig und mit wenig Wasser durchgearbeitet. Täglich wird dieser Mörtel, wenn er, wie es seyn soll, nicht jeden Tag verarbeitet werden kann, umgearbeitet. Zu dem

„Ein anderer Cement wird also zubereitet. Man nimmt zwey Theile gewöhnlichen Kalch, und mischt einen Theil eines Mehles von fein gestofsenen und durchgesiebten mäfsig gebrannten Ziegelsteinen darunter, bey dauerhaften Wassergebäuden thut man noch Eisenspäne hinzu, und zwar für die äufserste Steinlage; man räumt auch die Kalchfugen ein und einen halben Zoll tief aus, und streicht sie mit Mörtel von Eisenspänen wieder voll. Andere nehmen, in Ermangelung der Ziegel, halbgebrannten ungelöschten Kalch, oder Kalch von Marmorsteinen, stampfen ihn zu Mehl, und mengen unter zwey Theile gebrannten, einen Theil halbgebrannten Kalch, und einen Theil Marmormehl. Dieses giebt ein starkes Mauerwerk im Wasser, es wird aber nicht mit Wasser, sondern mit Oel befeuchtet, und mit zerpflochter Baumwolle durchgearbeitet. Was die alten Völker anbetrifft, so wissen wir, dafs bey den Babyloniern anstatt des Mörtels eine Naphta oder Erdpech gebraucht wurde, womit man die Ziegel, bey der Errichtung einer Mauer, mit einander verband. Die Griechen errichteten ihre Mauern aus grofsen Steinen, und brauchten hierzu keinen Mörtel, weil diese Steine durch ihre eigene Schwere schon fest genug auf einander lagen. Doch müssen sie, wie Winkelmann (Anmerkungen über die Baukunst der Alten, S. 7.) bemerkt, bisweilen sich des Mörtels bedient, und einen sehr festen Mörtel zu machen, verstanden haben, da zu Sparta ein grofser Wasserbehälter, aus Kieselsteinen erbaut, gefunden wird, die mit einem Mörtel verbunden sind, welcher so hart ist, als die Steine selbst. Uebrigens bauten sie auch bisweilen, obgleich sehr selten, mit Ziegeln, zu deren Verbindung doch ein Mörtel nothwendig erfordert wurde. Die Römer, da sie sowohl Mauern aus Ziegelsteinen, als auch aus Bruchsteinen erbaueten, brauchten hierzu einen Mörtel, weil diese Steine nur von einer geringen Gröfse sind, und eine Mauer von solchen Steinen ohne Mörtel keine gehörige und dauerhafte Verbindung würde erhalten haben. Der Mörtel, dessen sie sich bedienten, war entweder Kalch oder Pulvis Puteolanus, die heutige Puzzolana. Der Kalch wurde eben so zubereitet, (Vitruv II. 5.) wie es noch jetzt gewöhnlich ist, und man brauchte den Kalch, der aus dichten und harten Steinen gebrannt wurde, zum Mauern, denjenigen aber, der aus Steinen gebrannt wurde, die locker und löcherig waren, zum Bewurf. Hierzu wurde entweder gegrabener Sand oder Flufssand, und bisweilen auch Meersand gemischt. Derjenige Sand wurde als der befste erwählt, der keine Erde bey sich führte (Vitruv II. 4). Um dieses zu erfahren, rieb man ihn zwischen den Fingern, und wenn er alsdann knirschte, so war er gut. Oder man breitete ihn auf ein weisses Gewand aus, und gab Acht, ob er daselbst, wenn er wieder herunter geschüttet wurde, einigen Schmutz hinterliefs. Geschah dieses nicht, so hielt man sich für versichert, dafs der Sand keine Erde bey sich führte. Den Meersand nahm man nicht gern, weder zum Mauern, noch zum Bewurf, weil er schwer und langsam austrocknet, und des Salzes wegen, das er bey sich führt, bald von der Mauer wieder abspringt. Die Mischung des Kalches und Sandes wurde nach dem Verhältnisse eingerichtet, dafs man zu drey Theilen gegrabenen Sand, einen Theil Kalch, von dem Flufs- oder Meersande aber zwey Theile zu einem Theile Kalch nahm. Bisweilen wurde unter diese letzte Mischung ein Drittheil Mehl von zerstofsenen und durchgesiebten Scherben gethan. Die Puzzolana, wurde in der Gegend von Bajä und um den Berg Vesuv gefunden. (Vitruv II. 6.) Man vermischte diese Erde mit Kalch und kleinen Steinen, wodurch man einen sehr guten Mörtel erhielt, der wegen seiner Festigkeit nicht nur überhaupt bey allen Arten von Gebäuden, sondern besonders auch zu den Mauern gebraucht wurde, die in das Meer zu stehen kamen. Zu dieser Mauerarbeit im Wasser wurde der Mörtel so verfertigt, dafs man zwey Theile Puzzolana und einen Theil Kalch unter einander mischte. (Vitruv V. 12). Die Festigkeit dieses Mörtels bezeugen die Trümmer der Gebäude am Meere, die man noch jetzt in der Gegend vom Bajä antrifft, und die in das Wasser hinein gebaut sind. Winkelmann (Anmerkungen über die Baukunst der Alten S. 6 und 7) bemerkt, dafs die alten Römer sich vorzüglich

innern Gemäuer, welches nicht im Wasser steht, wird der sogenannte Bastard-Mörtel gebraucht. Derselbe besteht entweder aus drey Theilen Kalch, ein Theil Trafs und zwey Theilen Sand, oder aus zwey Theilen Kalch und einen Theil Sand.

der schwarzen Puteolanischen Erde bedient hätten, weniger aber der röthlichen, und dafs sie auch die Strafsen in und um Rom mit Puzzolana machten.

Redelykheid in der von Major Linderer übersetzten Abhandlung: über die Mauerarbeit, giebt noch folgende praktische Regel beym Verfertigen des Trafsmörtel. 1.) Mische man die vor nöthig befundenen Quantitäten, von Kalch, Trafs und Sand, trocken untereinander, so, dafs alle drey zusammen in ein ganzes vereinigt sind. 2.) In diese Mischung mache man eine Höhlung, giesse Wasser hinein und steche sodann mit der Schippe den Kalch ringsum ab, und thue das gestochene in die Höhlung, bis das Wasser bedecket ist. Nun setze man den Haufen um, mache wiederum eine Höhlung darin, und verfahre wie zuvor. Man versetze ihn nochmahls und lasse ihn so bis auf den andern Tag liegen; nehme sich aber wohl in Acht, dafs man nicht zu viel Wasser brauche, was oft geschieht, wenn die Handlanger zu faul sind, den Kalch gut durchzuschlagen oder auch wohl, wenn manche Entrepreneurs, den Kalcharbeitern nicht Zeit genug dazu lassen. 3.) Am andern Tage mufs der Kalch wiederum überarbeitet und mit Kalchsäbeln recht durchgeschlagen werden. (Die Aufseher sowohl als die Arbeiter mögen hierbey bemerken, dafs die Kalchhauer beym Durcharbeiten, recht über den Grund wegstreichen, und wenn man sie zurück zieht, ihnen eine schiefe Direction geben müsse, damit der folgende Hieb desto wirksamer werde. 4.) Ist der Kalch auf solche Art dreymal durchgearbeitet, so mufs er den Tag darauf zerrieben werden. Beym Zerreiben ist zu beobachten, dafs die Schaufel unter die Hand genommen werden, und dafs selbige auch gleich und gerade auf den Boden fallen müsse, und dies mufs so lange getrieben werden, bis keine Körner mehr zu spüren sind; wird nun in der Verarbeitung, Zubereitung und Zerreibung, so wie gesagt worden, verfahren, so werden keine Körner mehr darin übrig bleiben. Die Körner kommen nicht blos durchs schlechte Löschen in den Kalch, sondern sie entstehen wohl meistens aus der üblen Behandlung des Kalches, welches ich und andere mehr schon lange wahrgenommen haben. Denn viele brauchen bey der Zurichtung des Steinkalchs zu viel Wasser auf einmal, ohne zuvor den Kalch, Cement und Sand trocken recht vermischt zu haben, und daher setzen sich die Kalchtheile aneinander und verursachen Klumpen. Daher würde ich den Kalch (obgleich dieses wider vieler Meynung streitet 16. cap.) in keine Gruben legen lassen, weil dadurch Klumpen herrühren, welches die Erfahrung aufs allerdeutlichte bestätigt hat. Erwägt man nun, dafs der Kalch, der sich durch die Anschwemmung der Feuchtigkeit stark zusammen gepapt hat, bey der Zurichtung sehr schwer, ja oft gar nicht von einander zerrieben werden kann, und dafs die Klumpen verhindert werden, wenn der Kalch wie im vorigen gesagt worden, bearbeitet wird, so wird man gewifs meiner Meynung beystimmen. Ganz etwas anders ist es, den Kalch ungelöscht, als gelöschet in Gruben zu legen: denn wenn er ungelöscht hinein gelegt wird, so fallen die Theile auseinander, gelöschet aber setzen sie sich in Eins zusammen. Soll man Kalch und Trafs für wasserdichtes Mauerwerk zurichten (wasserdichtes Mauerwerk nennt man alle Mauern, welche flüssige Materien in sich enthalten, und flüssige Materien abhalten sollen), so mufs man erst und vorzüglich den Kalch und Cement sieben, und das erstemal auf diese Weise, mit so viel Wasser durcharbeiten, als man zu einer ordinären zähen Mischung nöthig hat: ferner mufs man sechs Tage hinter einander einen gleich grofsen Haufen machen, und jeder nur so grofs, als in einem Tage verarbeitet werden kann. Endlich mufs man alle Tage die übrigen fünf Haufen recht wohl zerreiben, jedoch mufs kein Wasser, als blos mit einer Sprengbürste dabey gebrauchet werden. Das Zerreiben mufs durchs Plattschlagen mit der Kalchschaufel geschehen, nachdem es mit der Schaufel in dünnen Blättern abgehoben worden ist; und der dabey gemachte sechste Haufe soll wenigstens dreymal den ersten Tag durchgearbeitet werden. Man mufs bey dieser Küttarbeit ganz genau Acht haben, dafs Sand, keine Steinchen oder andere Materien zu dem präparirten Kalch oder Trafs komme, weil daraus viele Unmächlichkeiten entstehen können.“

Zu dem nur selten mit Wasser bespülten Mauerwerk wird der Mörtel noch mehr verlängert, das ist, sechs Theil Kalch, ein Theil Trafs, und zwey Theil Sand genommen.

Eine vierte Art Mörtel ist derjenige, dessen sich zum Grundbau bedient wird. Er besteht aus gelöschtem Kalch, Sand und zerriebenen Ziegelstaub oder Mehl, welches letztere die Franzosen auch wohl *ciment* nennen. Solcher Staub kann noch besser aus Porzelain-Formen gemacht werden: denn dieselben sind aus dem feinsten Thon gebrannt. *) Der Bauinspector *Manger* bediente sich in Potsdam dazu 2 Theil Kalch, 2 Theil Sand, und einen Theil Ziegelmehls. **) *Perronet* bediente sich zum Grundbau der Brücken $\frac{1}{3}$ gelöschten Kalches und $\frac{2}{3}$ Sand, oder $\frac{2}{5}$ gelöschten Kalches und $\frac{3}{5}$ Sand zum ordinären Mörtel; zum Wassermörtel aber $\frac{1}{2}$ Theil gesiebten Kalch und $\frac{1}{2}$ Theil Ziegelmehl, ohne in dem Mörtelbette Wasser zu nehmen. Der Mörtel selbst wurde mit der im vorigen §. beschriebenen Maschine geknetet. Zu den Schleusen auf dem Canal von Bourgogne gebrauchte Perronet zur Fundirung $\frac{1}{3}$ Kalch und $\frac{2}{3}$ Ziegelmehl; zu dem übrigen Gemäuer $\frac{1}{3}$ Kalch und $\frac{2}{3}$ Sand. *Régémortes* brauchte zur Brücke von Moulines $\frac{2}{3}$ Ziegelmehl und $\frac{1}{3}$ Kalch, gleichfalls

„In Ansehung des Mischens oder des Verhältnisses des Trasses miteinander, finden grofse Verschiedenheiten statt. Viele denken darüber verschieden, und ich glaube, dafs derjenige noch gebohren werden müsse, der nach der Theorie die Proportion des Kalchs und Cements vollkommen sicher bestimmen kann, cap. 13. Ich gestehe sehr gerne, dafs ich es aus folgenden Ursachen nicht zu thun im Stande bin. 1.) Weil es einen grofsen Unterschied macht, zu welcher Absicht die Materialien dienen sollen, ob zu Oehl- Lauge- Regen- oder Schaumbehältern, wo immer eine andere Proportion von Mischung nöthig ist. 2.) Weil die Fälle nicht immer gleich seyn, sowohl in Ansehung der Lage, als auch in Ansehung des Zusammenhanges. 3.) Weil endlich der eine Kalch fetter oder magerer ist als der andere, so macht dies eine merkliche Veränderung; wenn der Kalch und Trafs sich nicht miteinander zu einer und eben derselben Arbeit vereinigen, so wird sicher der eigentliche Nutzen und Zweck nicht erreichet werden: denn es ist nicht genug, dafs man viel Kalch unter wenig Trafs, oder viel Trafs unter wenig Kalch nehme. Die Versteinerung, welche durch die Verbindnng entstehen mufs, würde sehr geringe seyn, gegen die Versteinerung, welche aus einer gehörigen Proportion entsteht. Da nun die Versteinerung durch Verbindung, minder stark ist, so würde gewifs mehr Nachtheil als Vortheil davon zu erwarten seyn, denn bey allen Gattungen des Mauerwerks ist die Versteinerung, welche einzig durch die Vereinigung der Theile entspringt, die Hauptsache."

*) Dafs auch die Römer das Ziegelmehl der Puzzolane nicht vorgezogen haben, wie einige behaupten, dessen ist eine, zwey Meilen von Triest angelegte Wasserleitung, die von da nach dem Meere gieng, von der ich im October 1803 noch Ueberbleibsel, bey der Klinzinska-Mühle, gesehen habe, ein Beweis. Dieselbe ist mit Puzzolanmörtel gemauert, und hat zum Boden grofse Ziegelplatten, zur Gewölbdecke und den Seitenwänden ein Bruchstein-Gemäuer.

**) Dazu sind auch die Dachziegel so wie Topfscherben gut; selbst aber die befsten Ziegel oder Mauersteine nicht ohne Noth zu gebrauchen. Sie werden erst zerstossen, und mittelst einer mit Steinen gefüllten und mit eisernen Stäben umgebenen Tonne *a* Fig. 57. Tab. 84. zerquetscht, wovon in Tab. 57. der Durchschnitt steht. Diese Tonne, welche mittelst eines Pferdegöpels *c* auf ein Steinlager herumgewalzt wird, zerquetschte täglich funfzehn Cubik-Schuh Ziegelmehl. Glasstücke können auf eben diese Art zermalmt und dann gebraucht werden.

ohne wasser angemacht. Solcher mörtel trocknet eher als der mit sand angemachte, und erhärtet sich im wasser. Es ist daher sehr übereilt geurtheilt, wenn man ihn zu wassermauern unbrauchbar findet!! Besser bleibt indessen immer der Trafs- und Pozzolan-mörtel und derjenige, wozu das mehl aus den Formen der Porzellain-Fabriken genommen wird, welches letztere immer noch zu selten im Gebrauch ist, denn man sieht es leider: dafs die scherben der Formen zu Ausfüllung von Löcher und Gruben verwendet, während Dachpfannen, ja wohl gar nur Mauersteine zu ziegelmehl zermahlt werden. *Vauban* bediente sich zur schleuse bey Dünkirchen $\frac{2}{3}$ Kalch von Boulogne und $\frac{1}{3}$ Trafs; zum innern Gemäuer $\frac{1}{2}$ Theil Kalch $\frac{1}{2}$ Theil sand. Vitruvius nahm einen Theil Kalch, zwey Theil sand und ein Theil ziegelmehl. Milizia $\frac{2}{5}$ Kalch und $\frac{3}{5}$ sand, d. i., zu ordinären Mauern.

Belidor 2ter Theil 2ter Band §. 842. bringt die Erfahrungen eines Ingenieurs Hr. Milet de Monville bey. Nach denselben sollen genommen werden, 12 Theil Puzzolane, Trafs oder Asche von Dornick und sechs Theil sand, dieses ausgebreitet und mit neun Theil Kalch bedeckt der eben mit seewasser gelöscht ist. Nachher kommen 13 Theile ziegelmehl und 3 Theile Hammerschlag. Dieses wird durcheinander gearbeitet, und am dritten Tage gebraucht.

An einem andern orte §. 308. will Belidor genommen haben: zerstossene Dachziegel und werkstücke (wahrscheinlich von Quarz) und Hammerschlag, alles zu gleichen Theilen. Nachdem diese Materien gesiebt sind, so werden sie im Mörtelbett ausgebreitet und darin der Kalch gelöscht, nämlich die Hälfte jener Masse. Diese Mischung soll 7 bis 8 Tage hintereinander gestampft werden. Die Mauerfugen sollen mit folgendem Kitt ausgestrichen werden: derselbe bestehe nämlich aus $\frac{1}{8}$ ziegelmehl, $\frac{1}{8}$ Glasgalle, $\frac{1}{8}$ Eisenspäne und $\frac{5}{8}$ gelöschten Kalches. Diese Masse wird tüchtig untereinander gearbeitet, und dann kommen dicke rothe schnecken ohne Gehäuse, denen die Haut abgezogen wird, hinzu. Ein Mörtel, dessen sich beym Bau der grofsen Seeschleuse zu Cherbourg bedient wurde. Zu dem neuesten am Hafen von Dünkirchen 1798 bis 1800 angelegten Kay bestand der gemeine Mörtel aus zwey Theil Kalch, zwey Theil sand und ein Theil Hammerschlag; der wassermörtel aber aus $\frac{5}{10}$ gelöschten Kalch, mit $\frac{4}{10}$ mit Leinöhl angeriebenes ziegelmehl, sand und Eisenschlacken, und $\frac{1}{10}$ gestossene steinkohlen und rothe abgezogene schnecken.

§. 47. Zu den besten Compositionen des gewöhnlichen Mörtels, der aber auch als wassermörtel zu gebrauchen ist, gehört diejenige, wonach l'Oriot seinen Mörtel zubereitete. Diese zubereitung besteht darin: dafs ein Theil gutes gesiebtes ziegelmehl, zwey Theile gereinigten Mauersand und ein Theil alt gelöschten Kalch genommen, und zu einem gewöhnlichen Mörtel, der nicht zu dick, sondern breyartig ist, zubereitet wird, um noch einen Theil frischen ungelöschten pulverisirten Kalch anzu-

nehmen, der vorher gesiebt ist. *) Dieses alles mufs tüchtig durcheinander gearbeitet, und wenn der Sand nicht sehr gut ist, so kann noch Kohlenstaub oder Steinkohlen-Pulver zu dem ersten Mörtelbett genommen werden. Die zweyte Bearbeitung besteht darin: alle Ingredienzien zugleich untereinander zu mischen und zu bearbeiten. Diesen Mörtel mufs man aber gleich verarbeiten.

Das einzige, was dem l'Oriotschen Mörtel in unserm kalten Clima entgegen steht, ist der Frost. Derselbe dehnt ihn des frischen Kalches wegen, sehr aus, und so kann es kommen, dafs die Festigkeit des jedoch nur im Herbste gemachten Mauerwerkes leidet.

Milizia in seiner Baukunst, gibt für den Mörtel folgende Mischungen: 1.) Pulverisirte Steinkohlen und ungelöschten Kalch zu gleichen Theilen. 2.) Ein Theil des letztern, ein Theil Gyps und zwey Theile ungelöschten Kalch zum Bewerfen der innern Wände.

Der Fr. Ingenieur *Cessart* hat aus einem Reverberir-Ofen geführten, und dann zu kleinen Stücken (einer Erbse grofs) zerstossenen Basalt, 180 Cubik-Zoll, Kalch 73 Cubik-Zoll, Brunnenwasser 93 Cubik-Zoll, Granit 288 Cubik-Zoll, jedes Stück von der Gröfse einer Nufs, einen wasserdichten Mörtel gemacht. Annales de Chemie Nr. 3. 1803.

§. 48. Was der sogenannte Kitt zur Ausstreichung der Fugen anbetrifft, so gebraucht man ihn im Wasser bey guten Cement-Mörtel nicht, wohl aber an Mauern, die zuweilen vom Wasser bespühlt werden **), die dem Froste sehr ausgesetzt sind, und keinen Anwurf haben. Bey allen Schleusen, Brücken, Wehren u. dergl. Gebäuden ist derselbe unentbehrlich.

Bey den von mir in Baiern erbauten Brücken habe ich einen *Cement* gebraucht, welcher bestand: aus einem Cubik-Schuh frisch gelöschten Kalch, eben so viel Ziegelmehl und reinen Flufssand, dann aus einem halben Cubik-Schuh Glasmehl, eben so viel Schmiedeschlacken und auch Kalchmehl. Dieses alles wurde, ohne Wasser hinzuzuthun, tüchtig unter einander gearbeitet; denn der frische mit Kalchwasser abgelöschte Kalch gab hinreichende Feuchtigkeit zur Bearbeitung dieser Masse.

§. 49. Die äufsern Mauerfugen werden mit diesem Cemente ausgestrichen, worauf endlich die *Steinkitte* mittelst eines breiten Holzes gestrichen ward. Diese, von mir gebrauchte Kitte hat allem Frost widerstanden, und ist vollkommen verhärtet. Sie bestand aus zwey Pfund gut gekochten Oel, drey Pfund Ziegelmehl, ein Pfund Kalchmehl, drey Pfund Glasmehl mit zerstofsenen Krugscherben untermischt,

*) Wenn der Kalch gehörig ausgebrannt ist, und in Stücken zerbröckelt, so braucht man ihn nur vollends zu zerschlagen, und es bedarf des Siebens, welches für die Gesundheit der Arbeiter schädlich ist, nicht. Morveau will ihn erst der feuchten Luft aussetzen, so löschen, und dann nach und nach, wie er gebraucht wird, abermahls calciniren lassen, weil er auf diese Weise zu Staub zerfällt.

**) Zur Ausstreichung der Fuggen eines wasserdichten Mauerwerkes giebt Hr. Gilly in seiner Landbaukunst einen Kitte an, die bewährt befunden worden ist.

drey Pfund Schmiedeschlacken, und ein viertel Pfund Kälberhaare, statt welcher man sich auch der Baumwolle bedienen kann. Anfänglich mischte man jene viererley pulverisirten Ingredienzien, worauf Kälberhaare gelegt wurden, untereinander, dann goſs man Oel darauf, und ein oder zwey Arbeiter schlugen darauf mit einem eisernen Stabe, während sie die Masse öfters wendeten, bis dieselbe ganz zähe war. Beydes, sowohl den Cement als die Steinkitte, habe ich nachher bey allen Brückenbauten vorgeschrieben, und mit dem beſsten Erfolge gebraucht. Von dieser wogen 2 Cubikzoll drey Loth, und von jenem sieben Loth. Der Cement verhärtete nach zwey Tagen im Wasser vollkommen. Zum Stoſsen der gut ausgebrannten Dachziegel und Krugscherben wurde ein Stampfer an einer 32 Fuſs langen Stange, mittelst eines Seiles, gehangen. Diese Stange wurde in zwey Stützen geklemmt, nämlich in der Mitte und mit dem Ende. Auf diese Weise war sie elastisch, und dem Arbeiter wird das Aufheben des an dem andern Ende der Stange angebrachten Stämpfers sehr leicht.

§. 50. Ein guter Feuer- oder Heiſser-Kitt wird nach *Gillys* Landbaukunst S. 131. folgendermaſsen zubereitet: Man nimmt 24 Loth Colofonium oder Pech, 3 Loth gelbes Wachs, 2 Loth Terpentin, ein Loth gestoſsenen Mastix, 1 Loth Schwefel und eine gute Hand voll Ziegelmehl. Diese Massen werden in einem Topf oder Grapen auf dem Feuer zerlassen und fleiſsig umgerührt. Wenn dieser Kitt sogleich gebraucht werden soll, so müssen die Fugen mit glühenden Holzkohlen oder mit einem darauf gelegten starken glühenden Eisen heiſs gemacht werden, und so wird die Masse glühend eingegossen. Man kann daher diesen Steinkitt nur allein bey plattliegenden Steinen, als bey Bassins, Wasser-Reservoirs und dergleichen anbringen. Er wird gleich hart, so daſs der überstehende weg gemeiselt werden muſs. Von diesem Feuerkitt kann man auf viele Jahre Vorrath machen, solchen in Stücken aufheben, und beym Gebrauch so viel abschlagen und schmelzen, als man benöthigt ist. Der Kitt zur Verdichtung der Fugen zwischen Kupfer und Sandsteinen, soll aus 7 Theilen Menninge, 3 Theilen Silberglätte, 3 Theile Bolus, ein Theil gestossenem Glasse und zwey Theile gutem Firniſs bestehen.

§. 51. Was nun endlich die Prüfung des Kalchsteines anbetrifft: so brauſst Scheidewasser darauf gegossen, in Blasen auf, und wenn er darin oder in Salzsäure liegt, und sich gänzlich aufiöſst, so ist er sehr gut: je mehr andere aufgelöſste Erden zurück bleiben, desto geringer ist der Kalcherdengehalt, desto schlechter ist der Kalchstein.

§. 52. Es herrscht im Allgemeinen das Vorurtheil, als wenn gegenwärtig die Bereitung des Mörtels nicht so gut als von den Alten geschehe. Wenn aber in Erwägung gezogen wird, daſs die Luft alle Feuchtigkeit und Salze aus den Mauern zieht: so ist es gewiſs, daſs der Mörtel von derselben mit der Zeit immer mehr erhärtet. Baumeister, die daher auf die Zubereitung des Mörtels die gehörige Sorgfalt verwenden,

keine schlechte Bausteine nehmen, werden sich mit Zuversicht von ihren Bauwerken, vorausgesetzt, daſs sie es an der nöthigen Festigkeit, sorgfältigen Wahl der Baumaterialien und an einer guten Mauerung nicht fehlen lassen, eine Dauer versprechen: womit die Monumente der Griechen, Römer und Gothen, allen Einwirkungen der Luft und des Frostes widerstanden haben.

Endlich bemerke ich: daſs der Baukonducteur *Wolfram* zu Kulmbach in Baiern eine schätzbare Abhandlung über den Kalch, Gips und den Mörtel i. J. 1812 herausgegeben hat, die von Palm in Erlangen verlegt ist.

Viertens.

Von den Metallen.

§. 53. Die wesentlichsten zu den Bauwerken anzuwendenden Metalle sind *Eisen, Kupfer, Messing, Zinn* und *Bley.*

§. 54. Vorzüglich ist das *Eisen* zum Bau der Brücken sehr vortheilhaft, wenn es zu Röhren gegossen wird. Je schwerer dasselbe ist, desto compacter und besser ist es, und seine Schwere beträgt etwa das achtfache des Eichenholzes. Vom schlechten Guſseisen wiegt der baierische Cubik-Schuh 316 baierische Pfunde. Das beſste *Guſseisen* muſs feinkörnicht seyn, und nur aus einer Masse bestehen, die eine metall glänzend hellgraue Farbe hat. Es muſs im Bruch keine porösen Stellen oder Schlacken haben. Da ich dessen Anwendung zum Bau der eisernen Brücken erst im dritten Bande zeigen werde: so verweise ich jetzt auf meine (1812) geschriebene Abhandlung: *„über den Bau und die Construction der eisernen Brücken.“*

Die Kennzeichen des guten *Schmiedeisens* sind, wenn es keine Körner, wohl aber zarte Fasern hat, geschmeidig, auch ohne Schlacken und Splittern, und schwer ist. Alle zum Bauwesen zu brauchenden Eisentheile müssen compact geschmiedet, aber nicht durch zu heftiges Feuer verdorben werden. Alsdann ist es elastisch und zäh; daher weder bey der Kälte noch Wärme leicht brüchig, also nicht rothglühend, noch spröde, sondern vielmehr äuſserst geschmeidig. Vorzüglich müssen die *Nägel* aus gutem Eisen gemacht werden, wozu nur das *Zayn-Eisen* genommen werden sollte, welches sehr compacte und in kleinen eingekerbten Stäben, vom sogenannten Zaynhammer, in dünnen Stangen geschmiedet wird. Ich kann hier nicht unbemerkt lassen, daſs eine vollständige Sammlung von Nägeln dem Ingenieure nicht fehlen sollte, um jedesmal Muster abgeben zu können, denn es ist unglaublich, wie viel man unnütz an den entweder zu groſsen oder zu kleinen Nägeln (bey einem groſsen Bau), verwenden kann. Ich habe mir daher eine vollständige Sammlung von Nägeln angeschafft; einige wiegen sechs Pfund, und die letzte Gattung schwimmt auf Wasser, so gelegt, daſs der Kopf oben steht; diese nennt man Schwimmnägel, und nur wenige Nagelschmiede können sie verfertigen.

§. 55. Wird das Eisen vollkommen geschmolzen oder cementirt, so heiſst es *Stahl*, der an Härte und Elasticität das Schmiedeisen übertrifft, und womit die Schneiden unserer Werkzeuge geschweiſst werden. Aus dem Eisen wird auch *Eisenblech* gemacht, und zwar auf den dazu eingerichteten vom Wasser getriebenen Hammerwerken und Walzen. Man kann sich dessen zu Schleusenthoren und Schützen, mit Vortheil bedienen, wozu es bis jetzt noch wenig angewendet ist, nicht aber zu Brückenbögen, weil es sich aus der Vertical-Ebene ausbiegen würde. Auch kann man es verzinnen, um es gegen den Rost zu schützen.

§. 56. *Kupfer*, besonders mit $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Zinn vermischt, und wo diese Masse *Glockengut* heiſst, wird zu den Rammklötzen, zu den Zapfen und Pfannen der Schleusenthore, zu den Scheiben der Flaschenzüge und zu mehreren Maschinen-Theilen, mit Vortheil gebraucht. $\frac{11}{12}$ gutes schwedisches Kupfer und $\frac{1}{12}$ englisches Zinn giebt eine vortreffliche Masse zu den Zapfen und Pfannen der Schleusenthore, und zu den Scheiben der Hebmaschinen. Will man *Bronze* haben, so wird noch Messing zum Zinn und Kupfer gemischt, wiewohl aus diesen zwey letztern Metallen das Messing gemacht ist.

§. 57. Indessen gilt die aus der Erfahrung gezogene Regel: der Ingenieur muſs das Eisen zu den Mauern und Pfahlwerken so wenig als möglich gebrauchen, weil es rostet und verkalchet, besonders aber dessen selten bey Seebauten anwenden, weil es dort von der Seeluft bald oxydirt wird. So habe ich bey Venedig und Ostende, an den Pfahlwänden, solche Nägel angetroffen, von denen nach 10 Jahren bereits ganze Splitter sich ablösten. Auch muſs im See- oder Salzwasser das Eisen, weder das Kupfer noch andere Metalle berühren, weil es alsdann, wie die Erfahrung zeigt, oxydirt wird.

Wer über alle diese Metalle und Compositionen viel zusammengetragenes lesen will, den verweise ich auf *Stieglitz* Encyklopädie der Baukunst, und *Gillys* Handbuch der Landbaukunst.

ZWEYTES KAPITEL.

Von dem Baugrunde und der Sicherstellung der Baugruben gegen das Eindringen des Wassers und das Abgleiten des Erdreichs.

§. 58.

Die Kenntnifs derjenigen Erdschichten, über welche ein schweres Bauwerk angelegt werden soll, oder die Kenntnifs *des Baugrundes* — d. i. desjenigen Bezirks, wo der untere Theil eines Bauwerkes aufgeführt wird — ist für den Ingenieur ein wesentliches Bedürfnifs. Insonderheit müssen diejenigen Erdschichten, in denen fundirt werden soll, beym Wehr- Schleusen- und Brückenbau, wo möglich, genau untersucht werden, weil die Wehre wenig oder öfters gar kein Wasser durchlassen dürfen, die Seitenwände der Schleusen grofse Lasten abgeben, und weit stärker auf den Grund oder ihr künstliches Fundament drücken, als der Schleusenboden; die Brückenbögen aber auf ihre Pfeiler oder Joche und Widerlager mit ihrer Last ruhen. Am vorsichtigsten mufs jedoch bey der Fundirung der letztern zu Werke gegangen werden! Ich würde deswegen diese Materie dem Brückenbau vorbehalten, wenn sie nicht mit dem Wehr- und Schleusenbau in der genauesten Verbindung stände; an dieselbe würde ich die Einrichtung der Schleusen-Fundamente knüpfen, wenn ich nicht zuvor die verschiedenen Arten von Schleusen und ihre Theile zu erklären, nöthig erachtet hätte. Ich werde daher alsdann erst von der Anlage der künstlichen Schleusen-Gründungen *speciell* handeln, wenn mich die Lehre vom Bau der Schleusen darauf leitet.

§. 59. Der befste Baugrund besteht 1) aus einem von Ritzen und lockeren Geschiebe freyen Stein, d. i., aus harten Felsen und Tufstein, oder ganzen harten Steinlagen aller Art. 2) Aus solcher festen Damm- Schlick- und trockenen Thonerde, die fünf Schuh und tiefer ununterbrochen fortgeht, von welcher der Cubik-Schuh beynahe 80 Pfund wiegt. 3) Aus dicht aufeinander liegenden grofsen Kieseln, die aber dem Angriff des Stromes der Wellen oder des Eisganges nicht ausgesetzt sind. 4) Aus festen aufeinander liegenden trockenen Grand, der ohne Mergel und Lehmtheile ist. 5) Endlich aus Mergel, Thon, Lehm- und Kreidelagen oder aus feinen Sand, der auch zuweilen mit Kalch vermischt ist, und der, wenn man darin Gruben macht, nicht nachfällt.

Alle diese verschiedenen Massen müssen jedoch weder vom Gewässer geschwängert noch unmittelbar auf solchen Erdschichten ruhen, die davon durchdrungen oder auch an Quellen und Wasser enthaltenden Anhöhen gelehnt sind, wenn man darauf Schleusen und Bauwerke der Art anlegen soll, ohne einen Schwellrost zu errichten. *) Ein Beweis dieses Satzes giebt die *Peterskirche in Rom.* Dieselbe steht nämlich auf ein festes Erdlager, welches aber zu einer gewissen Tiefe mit unterirdischen Gewässern geschwängert ist. Daher hat die von den Nachfolgern des *Bramante* gemachte Verstärkung der Fundamente, diesen Dom nicht vollkommen, ohne Sprünge seines Mauerwerkes, erhalten können, sondern man war genöthigt, denselben von unten an mit fünf Zoll dicken und sieben Zoll hohen eisernen Reifen zu umgeben. Der sonst übrigens gute Baugrund, welcher also nicht frey vom Wasser ist, kann nur zu dem *mittelmäſsigen* Baugrunde gezählt werden, wozu ich ihn daher classificire.

Zu dem schlechten oder unsichern Baugrunde kann gezählt werden: 1) die mit vielem feinen Sande vermischte Erde; 2) der bewegliche oder Triebsand und Flugsand; 3) der weiſsliche Mergel; 4) der Torf; 5) die sehr mit Gewässern geschwängerten Erdlagen aller Art; 6) das klüftige Geschiebe von weichen Thonschiefer, in welches sich öfters groſse Höhlungen befinden; 7) der Schlammgrund, und 8) der schwebende - Morast.

§. 60. Jede von diesen unter sich verschiedene Arten des Baugrundes erfordert eine eigene Behandlung und Gründung des Bauwerkes. Die Untersuchung des Bodens, worauf ein schweres Gebäude angelegt werden soll, gehört daher zu den wesentlichen speciellen Vorarbeiten eines gründlichen und vollkommene Beruhigung gewährenden Bauplanes. Dieselbe kann aber am sichersten durch Abteufung einiger bis 10 und mehrere Schuh hinabgehender Schächte geschehen, weil jede Erdschichte dadurch erkannt wird. Diese Methode, den Grund zu untersuchen, scheint die einzige zu seyn, bey welcher eine vollständige Kenntniſs seiner Bestandtheile eintritt: denn das mit dem eisernen schraubenförmig sich endenden und unten mit einem Löffel oder einer sich durch dessen Umdrehen verschliessenden Oeffnung versehene Werkzeug, *Erdbohrer* genannt, giebt die Erdschichten keineswegs vollständig, und nur beym Schlamm, zu erkennen, und der Gebrauch von den vorne beschriebenen Sonden ist eben so kostbar, als die Abteufung, wenn sie nicht tiefer als 15 Schuh nothwendig ist. Selbst die Einrammung mehrerer Probepfähle ist nicht allemal hinreichend, die Festigkeit des Bodens zu bewähren, weil das Erdreich weiter unterhalb aus solchen Schichten bestehen kann, die längere Grundpfähle erfordern. Die horizontalen Erdlagen sind nämlich öfters in einem kleinen Bezirk sehr verschieden in ihren Bestandtheilen. Zuweilen lehrt auch die Erfahrung, daſs bey einem und demselben Bau lange und kürzere Grundpfähle, der Verschiedenheit des Erdreichs wegen,

*) Man sehe im dritten Kapitel die Erklärung des Schwellrostes.

angewendet werden müssen. Diejenigen, welche von einem Ingenieur verlangten, dafs er genau die Länge der *Grund-* und *stützpfähle* siehe S. 443, ehe die Ausführung des Baues oder die genaueste Untersuchung des Bodens beschlossen wird, angeben, und während des Baues von dem Anschlage um gar nichts abgehen soll, verrathen eine grofse Unwissenheit; insbesondere, wenn es sich um den in Flüssen selbst anzulegenden Bauwerken, als Brückenpfeiler oder Zubauungen der Flufsärme, handelt.

Wie nützlich und nothwendig indessen das Ausgraben einiger Schächte bis 10 und 15 Schuh Tiefe in den Baugrund ist, so läfst sich dasselbe dennoch nicht allemal bewerkstelligen. Ein Fall, der bey Flufsbetten eintritt, und man mufs sich daher öfters mit dem Erdbohrer und dem Einrammen eines Pfahles oder einiger Pfähle begnügen. Ausser solchen Probepfählen bedient man sich einer zwey Zoll dicken eisernen Sondirstange. Dieselbe wird so lange in den Grund getrieben, bis sie mit 30 Schlägen des Rammklotzes nur 3 Zoll tief einrückt. Damit man bey ihrer Ausziehung die Beschaffenheit der Erdlagen erfährt, so sind an derselben, auf einen Schuh Abstand, kleine aus Eisenblech bestehende Taschen, die nach unten offen stehen, befestigt. Da dieselben mit Talg angefüllt sind, so drängt sich das Erdreich in dieselben hinein, wenn die Sondirstange eingerammt wird. Bey sehr grofsen Bauentwürfen, alz z. B. bey der mehrere Schleusen erfordernden Schiffbarmachung eines Flusses, ist es nicht immer ausführbar, gleich bey dem ersten Entwurfe des Plans, an allen Stellen Schächte abzuteufen. Kann man daher nicht auf die Schichten oder Lagen des Erdreiches, worin die Schleusen erbaut werden sollen, von den sichtbaren Bestandtheilen der Flufsufer schliefsen, so mufs sich eines Erdbohrers zur Untersuchung des sehr weichen Grundes bedient werden. Der befste dazu ist derjenige, den die Holländer gebrauchen und der *Sackbohrer* heifst. (Fig. 34. Tab. 83.) Dessen zwey Zoll breiter Bügel *c e* ist an einer eisernen Stange *a b* befestiget. Vorne ist derselbe mit einer scharfen Kante versehen. Wird der Bohrer gedreht, so dringt sich die ausgebohrte Erde in das Drathnetz hinein. Uebrigens gebraucht man zur Erforschung des festern Grundes die Tab. 100. Fig. 41. u. s. w. dargestellten *Sonden*. Das sicherste bleibt aber einen oder zwey Pfähle zur Probe einzurammen. Hat der Ingenieur in einem Lande viel bauen lassen, so wird er ziemlich genau, bey allen in Flüssen anzulegenden Werken, die Länge der Grundpfähle im voraus bestimmen können. So bestehen z. B. in Flüssen, die viel grobe Kiesel führen, die obern Lagen des Flufsbettes aus denselben, dann kömmt sehr fest liegender Sand, und endlich Thon oder Lehm, so dafs die Pfähle in den natürlichen Grund nicht tiefer, als 24 Schuh an den Ufern, und im Flufsbette nur 14 Fufs eindringen. Jetzt kömmt die Wassertiefe hinzurechnen, um die Länge der Grund- oder Stützpfähle, in Beziehung auf den Zweck, zu bestimmen.

§. 61. In vielen Fällen wird man nun bey den Grundbauten solchen Raum auszuheben oder zu umdämmen haben, in welchem des Bauwerkes Fundament ge-

legt werden mufs, und dieser heifst eine *Baugrube*. Folgendes sind die wesentlichsten Maafsregeln bey ihrer Anordnung. Die Baugruben sind 1) trocken, geräumig, und wo möglich, bis zum festen Grunde anzulegen, d. i., auszuheben. Von denselben mufs daher das Wasser abgeleitet werden, welches Ableiten entweder durch den natürlichen Fall des Erdreichs, oder mit Hülfe der Schöpfmaschinen geschieht. Oefters wird es auch nothwendig, und es trägt zur Festigkeit des Bauwerkes wesentlich bey, wenn aus dem der Baugrube nahe liegenden Erdreiche das Wasser gezogen wird, welches zuweilen durch das Abbohren (S. 250.) geschehen kann. Diese letzte Arbeit darf bey den stark mit Wasser geschwängerten Bergabhängen, nie unterlassen werden: denn es sind viele Bauanlagen in kurzer Zeit deswegen zerstört, eingedrückt oder vom Frost gesprengt worden, weil die sie umgebenden Erdlagen mit Wasser angefüllt waren. 2) Den Raum der Baugrube erhält man dadurch, dafs entweder die hinlänglich cohärirende Erde mit ein oder 1 ½ Schuh Böschung abgegraben, dafs die Baugrube mittelst hölzerner Verschalungen abgesteift wird, dafs man dieselbe mit Fangdämmen *) umgiebt, oder die schräge abgestochene Erde mit kleinen Verzäunungen S. I. B. S. 252. befestigt, zwischen welchen Steine gelegt werden, die gegen das Abspühlen der Erde (von heftigen Regengüssen, von den Wellen oder dem fliessenden Gewässer), Sicherheit gewähren. 3) Ausserhalb dem Fundamente des Bauwerkes oder dem horizontalen Boden der Baugrube, mufs des Bauverkehrs wegen, ein Raum von wenigstens 5 bis 12 Schuh breit bleiben. Da wo Rammen gesetzt werden, mag man denselben so viel als nöthig ist, vergröfsern. 4) Bey lockern Boden kann man die Böschung der Baugrube mit 2 bis 3 Schuh breiten Absätzen oder Banquets unterbrechen, welche für den Bauverkehr und die Aufförderung der Erde, sehr bequem sind. Ist der Bau bis über die Erde oder zur Oberfläche des Wassers vollendet, so wird die Baugrube mit guter Damm- oder Gartenerde, mit Thon, klein zerschlagenen Ziegeln, mit Kiesel und frisch gelöschten Kalch und Sand, mit Lehm oder Mauerschutt, so feste als möglich angefüllt, wenn zuvor die Pfähle und Spundplanken der Fangdämme, ausgezogen, nicht aber abgesägt sind, um den Lauf des Wassers oder die Verbindung des Füllgrundes nicht zu hindern oder der Schifffahrt Schaden zuzufügen, der von dem Hervorstehen der gebliebenen Pfähle gar leicht entstehen kann. Auch die Pfähle und Planken der *Schalwände* müssen weggenommen werden, weil sie die Verbindung des Füllgrundes mit dem natürlichen Erdreiche hindern; jedoch nicht eher bis der Raum mit guten Füllmaterialien ausgestampft ist, wenn nämlich das abgesteifte Erdreich schlammig und mit Wasser geschwängert ist, wo es den besagten Raum anfüllen würde, sobald man die Verschalung weggenommen hätte.

*) *Fangdämme* sind im Allgemeinen interemistische Abdämmungen des äufsern Wassers von der Baugrube. Im Speciellen nennt man die aus einem Pfahl oder Holzbau mit Erde, Sand u. a. Material gefüllten, in dieser Absicht angelegten Dämme, *Fangedämme*.

§. 62. Die Aushebung der Erde, Steine und dergl. aus der Baugrube anbetreffend: so verweise ich den Leser auf das im ersten Bande im Deichbau über die Aufförderung und den Transport des Erdreichs vorgetragene *), und bemerke nur, daſs man dieselbe stückweise vornehmen, daher die Baugrube in gewisse Bezirke abtheilen müsse. Insbesondere ist diese Vorsicht daselbst nöthig, wo, während des Aushebens der Baugrube, zugleich das in dieselbe eindringende Wasser ausgeschöpft werden muſs. Denn wollte man diese Vorsicht verabsäumen, so würde das Wasser, welches in den gesammten Bezirk eindringt, ausgeschöpft werden müssen, anstatt es auf die angezeigte Weise nur in einen kleinen Bezirk einquellen kann. Diese Aushebung der Baugrube muſs in solchem Boden, der voller Quellen oder morastartig ist, mit dem Handbügel Fig. 32. Tab. 100. oder dem Sandkrazer Fig. 70. Tab. 84. oder mit dem rechts Fig. 32. Tab. 100. dargestellten, noch früher als die Einrammung des Fangedammes vorgenommen werden, weil man denselben so tief als möglich und nöthig ist, mit guter Erde, mit Kiesel, Sand und frisch gelöschten Kalch füllen muſs, um das Wasser nicht durchzulassen. Auch muſs sie von Buschwerk, groſsen Steinen und Holz, welches alles die Einrammung der Fangdämme erschwert und den Zugang des Wassers erleichtert, gereiniget werden.

Bey Einrichtung der Baugrube und Fundamente muſs man auch folgende Vorsicht brauchen. Ehe nämlich der Bauführer diese letztere auf das Terrain aussteckt, müssen zwey oder vier feste Niveau-Punkte an — zu diesem Behuf eingerammten — Pfählen oder an ein bestehendes Gemäuer bezeichnet werden, auf welchen sich die Zeichnungen des Bauwerkes beziehen sollten. Alle Plane sind aber deutlich und genau zu verfassen, und die Höhen nach den angenommenen Niveau-Punkten sowohl als die einzelnen Dimensionen des Bauwerkes sind darauf nach Schuhen und Zollen zu beschreiben, welches bey allen verticalen und horizontalen Durchschnitten geschehen muſs, und das man das *cotiren* nennt. Zugleich müssen die bey dem Bau angestellten Werkmeister und Gesellen genau übereinstimmende Maaſsstäbe haben, denn so geringfügig auch diese letzte Vorsicht zu seyn scheint, so hat die Unterlassung derselben doch öfters viele Fehler zur Folge gehabt. Endlich werde von jeder groſsen Bauunternehmung, die auf einem Pfahl- oder Schwell-Roste aufgeführt werden soll, ein Modell (etwa $\frac{1}{75}$ der wahren Gröſse) angefertiget, und dieses in der Werkhütte oder in dem Baumagazine aufgestellt. Dadurch machen sich die Poliere und Gesellen mit dem Bauwerke vertraut, arbeiten fleiſsiger und zweckmäſsiger, weil sie wissen, wie der Bau werden soll; auch verlassen die guten Gesellen ihn nicht vor der Vollendung, um sagen zu können, „bey ihm habe ich gearbeitet"!

*) Ist während nasser Jahreszeit aus der Baugrube Thon, Lehm oder Schlick zu karrn, so bestreue man die Gangbretter und die leeren Karrn mit Sägespänne damit die Arbeiter nicht fallen, und die klebrichte Erde leicht ausgeladen werden kann. Ein Hülfsmittel, welches ich beym Deichbau anzumerken vergessen habe.

§. 63. Die *schalwände* oder *Absteifungen* einer Baugrube bestehen, wenn der abzusteifende Grund locker ist, aus schief oder vertical auf 6 bis 16 Schuh Abstand eingeschlagenen Stützpfählen *a* Fig. 28. Tab. 83., und aus horizontal liegenden 2 bis 4 Zoll dicken Planken, oder auch aus Balken, hinter welchen eine zweyte Reihe Stützpfähle kommt, die auf 10 bis 15 Fuſs Abstand eingerammt werden. Die groſsen Stützpfähle deckt man mit einer Schwelle. Selten wird diese Art von Schalwänden nöthig seyn, sondern nur, hinter einer Pfahlreihe, eine Plankenwand!

Wird auf einen gewissen Abstand von der ersten Wand *a b* Fig. 22. Tab. 83. eine zweyte *f g* gemacht, so muſs eine Querholbe *h h* über beyde Wände, als zur Verankerung oder zum Zusammenhalten dienend, gelegt, und der Zwischenraum mit Erde oder Thon gefüllt werden. Das ganze heiſst dann gewöhnlich ein *Fangedamm*. Bey einer Absteifung eines sehr weichen Bodens, und bey hohen Baugruben ist man genöthigt, auf 10 bis 15 Fuſs Abstand, von denen die Plankenwand haltenden Stützpfählen, zwey oder drey Grundpfähle beysammen einrammen, wo dann diese mit den vordern Stützpfählen, mittelst eines Balkens, *Anker* genannt, in Verbindung gebracht werden. Eine Construction, die der im ersten Bande Seite 660. beschriebenen, und Fig. 15. 16 und 17. dargestellten, ähnlich ist. In Fig. 3. Tab. 67. ist eine solche doppelte Verankerung der Art gezeichnet. Wie aber eine sehr zusammen gesetzte Verankerung in die Erdwände hinein gemacht werden könne, dies zeigt Fig. XI. Tab. 83., welche einen Querschnitt von einer der Schiffsdocken zu Carlscrona, und die Verankerung in *A* und *B* darstellt.

Besteht der Boden aus bloſsem Quellsande, wodurch Wasser eindringt, so muſs ein Stützpfahl an den andern eingerammt werden, um dahinter die Balken horizontal zu legen. An denselben wird sodann die Garten- oder Thonerde dergestalt *angebermt* *), daſs sie den Sand hinreichend zusammen preſst, um das Wasser nicht durchzulassen. Die Stützpfähle werden aber mit 500 bis 600 Pfund schweren Rammklötzen eingeschlagen, bis sie auf 30 Schläge nur einen Zoll einrücken. Vor der Pfahlreihe mag man Senkfaschinen legen, wenn die Wellen oder der Strom die Pfähle angreiffen kann, und die man nach Vollendung des Baues wieder wegnimmt. Kann der Boden liegen bleiben, so führe man im Triebsande einen Faschinenbau auf, und beschwere dessen Lagen, da wo der Fangedamm zu stehen kommen soll, mit kleinen Kiesel und ungelöschten Kalch oder Cement, damit das Quellwasser nicht eindringe, und die Stützpfähle einen festen Stand erhalten, indem sie durch den Faschinenbau gerammt werden. Während des Rammens lasse man um jeden Pfahl stets Sand schütten, damit dieser Pfahl desto fester zu stehen komme.

*) *Anbermen* heiſst die gute Füllerde feste an etwas anstampfen, oder mit Schubkarrn und Wagen anfahren, oder auch mit andern Materialien die Böschungen verstärken.

§. 64. Kann ein Bauwerk in einem Jahr nicht aus der blos von Erdwänden bestehenden Baugrube heraus geführt werden, so erfordert die Scarpirung dieser Wände noch eine gröfsere Vorsicht und Schräge. Denn der Frost zieht aus den obern Erdtheilen die geringe Feuchtigkeit, welche zum Aneinanderhalten derselben nothwendig ist, und kömmt dann der Frühling, wo die Sonne die wenig zurürk gebliebene Feuchtigkeit trocknet, so rollt die sonst festgestandene Erde in die Baugrube hinab. Auch die Regen des Spät- und Frühjahres schwemmen die Böschungen herunter. Unter solchen Umständen mag man daher die Baugrube mit Absätzen oder wohl gar mit Verzäunungen versehen, oder auch die Böschungen mit Busch bedecken, und über diesen Wippen anheften; zuvor aber die Böschung schräge abstechen. Bey Anlagen, die während eines Sommers in solcher Baugrube fundirt werden, kann jedoch an der Erdaushebung manches in Ersparung kommen. Dieser Umstand mufs überhaupt bey allen Arten von Fangedämmen wohl in Erwägung gezogen werden.

§. 65. So oft nun ein aus *Gemäuer* bestehendes Bauwerk *nahe an ein Gewässer* und tiefer als 4 Schuh unter dem niedrigsten Wasserstande anzulegen ist, mufs es, wenn dasselbe nicht in Kisten aufgeführt wird — während des Baues, von diesem Gewässer getrennt werden, damit man im Trockenen die Fundirung und die Aufführung bewirken könne. Diese nothwendige Bedingung wird erreicht, wenn man das Gewässer entweder auf beständig, oder nur eine Zeitlang auf einem andern Wege leitet, oder wenn die Baugrube mit künstlichen Abdammungen von demselben getrennt, d. i. abgeschlossen wird. Zuweilen trifft es sich dann, dafs die Baugrube mit einer Abdammung gänzlich umgeben werden mufs, welcher Fall bey Brückenpfeilern sehr oft eingetreten ist; eine Methode, die man jedoch, ihrer Kostbarkeit wegen, niemals anwenden, sondern im Wasser selbst fundiren sollte, und das mit grofsen Werkstücken immer bis zu 4 Schuh unter dem niedrigsten Wasserstande geschehen kann; tiefer die Schwellroste zu legen, ist aber unnöthig!

§. 66. Die interemistischen Abdämmungen werden entweder von Faschinen- oder Erddämmen Tab. 69., aus zwey Pfahl- oder Bretterwänden (Fig. 1. 2. 3. Tab. 87. und Fig. 16. 18. Tab. 83.), oder einer Wand, bestehen. Soll die Baugrube mittelst eines mehrere Schuhe hohen Fangedammes, gegen den Anfall heftiger Seewogen oder eines Stromes, geschützt werden, so wird ein Faschinendamm oder vor dem von Dammplanken aufgeführten Fangedamm ein Erddamm nothwendig, der überdiefs mit Verzäunungen versehen wird, zwischen denen Steine gelegt werden, wie denn ein ähnlicher aus Faschinen gemachter Damm die Schleusengrube der Schleuse de la Barre zu Havre, gegen den Anfall der Fluth gedeckt hat. Siehe Tab. 71. Besteht die Abdammung nur aus einer *im Wasser* geschlagenen oder errichteten Holzwand, so nennt man sie eine *Stauwand*, vor welcher man Gerstenstroh oder anderes Stroh werfen kann, indem dasselbe dem Wasser den Durchgang versagt. Bildet die Abdammung mit zwey Spundwänden oder mit

horizontal gelegten Planken einen wasserdichten Kasten, dessen innerer Theil mit Erde, Schlick, Kreide, Thon, mit Erde vermischten feinen Sandes *), mit Sägespännen und Erde dazwischen, gefüllt wird, so heifst dieselbe *Fangedamm*, weil er das äufsere Wasser von der Baugrube abhalten (abfangen) soll. Einige nennen ihn auch *Klopfdamm*, *Kistdamm* oder *Dammkiste*. Eine aus Erde oder Faschinen gemachte Abdammung heifst blos ein *Damm*.

§. 67. Wenn die Fangdämme das Durchdringen des Wassers unter ihren Sohlen verhindern sollen, so bestehen sie gewöhnlich: 1) aus zu beyden Seiten davorgeschlagenen Stützpfählen *o* und *z* Fig. 2. Tab. 87. 2) Aus zwey Reihen *Spund-* oder *Dammplanken t.* **) 3) Aus den *Gurtungen y*, welche vor den Stützpfählen horizontal gelegt und daran befestiget werden. 4) Aus den auf 12 bis 18 Schuh Abstand liegenden Queerholben *z*, die von einem Stützpfahl zum andern gehen, und darein eingezapft sind. Lange Spundwände erhalten bey *t* und oberhalb noch zwey *Gurtungen* oder *Zwingen*, um diese Wände vertical einzurammen. Es versteht sich von selbst, dafs die Gurtungen beym niedrigsten Wasserstande, an die zuerst und den Enden der Wand eingeschlagenen Stützpfähle und Spundplanken angelegt werden, welches noch immer einige Schuhe unter dem Wasser geschehen mufs.

Manche Fangdämme bestehen (Fig. 69. 70 u. 23. Tab. 84.) aus einer auf 4 bis 6 Schuh Abstand stehender Reihe von Stützpfählen, an jeder Seite, vor und hinter welchen eine Gurtung befestiget ist. Längs derselben steht wieder eine Spundwand, und hinter derselben liegt eine Gurtung. Dann kommen auf 8 Fufs Abstand die Queerholben, und das Ganze ist zwischen den zwey Wänden mit Erde, Thon u. dgl. gefüllt. Die Stützpfähle dienen zur Haltung der Gurtungen, und diese werden gelegt, damit die Dammplanken, zwischen je zwo solcher Gurthölzer oder längs einem Gurtholze, in einer geraden Flucht (Richtung) eingerammt werden können. Die Queerholben sind eigentlich Zwingen, welche das Auseinanderweichen der Stützpfähle und Dammplanken verhindern! Zur Antreibung der Queerhölzer an die Stützpfähle oder der Dammplanken an jene, mufs man sich *hölzerner* Nägel, in denen vorne ein kleiner Keil eingetrieben wird, wenn sie eingeschlagen sind, damit sie nicht wieder zurück gleiten, bedienen. Solche Nägel leisten, wenn sie vom harten Holze genommen sind, und $\frac{1}{4}$ Stunde über in Oel gesotten werden, eben so gute Dienste als die eisernen, die sonst gewöhnlich gebraucht, und welche vorne eine Oeffnung (Oehse)

*) Sand allein, wenn er nicht sehr fein ist, läfst dem Wasser Oeffnungen.

**) Im Allgemeinen nennt man diejenigen Pfähle, welche eine das Wasser zurückhaltende Wand machen, und daher dicht neben einander stehen, oder einen Theil ihrer Breite nach ineinander gefügt werden, *Dammpfähle*, wenn sie im Quadrat gleich stark sind. Wenn sie aber viel breiter als dick sind, *Dammplanken* (palplanches). In der speciellen Abtheilung heifst aber nur ein länglicht viereckigter Pfahl oder Planke einer solchen Wand so, und die mit Nuthen oder Nuthzapfen versehene Pfähle und Planken werden *Nuthpfähle* oder *Nuthplanken*, *Spundpfähle* oder *Spundplanken* genannt.

haben, durch welche ein eiserner splies, der Queere nach, gesteckt wird, welches auch in der angezogenen Figur angedeutet ist. Sie heifsen *spliefsbolzen.* Ueberhaupt mufs man des Eisens so wenig als möglich (bey dergleichen Anlagen) gebrauchen, weil dasselbe dureh allerhand Mittel entwendet wird.

§. 68. Wiewohl solche Abdammungen nur auf eine zeitlang stehen und das wasser abhalten sollen, so erfordert dennoch ihre Anlage viel vorsischt! Lassen sie, während des Baues, das wasser in die Grube eindringen, so entsteht Aufenthalt im Bau und, durch das Ausschöpfen des wassers, eine unnütze Ausgabe, die nicht selten sehr bedeutend wird. Sie müssen daher tief genug fundirt werden, um das Einquellen des wassers zu hindern. Bey der Franzensbrücke in wien habe ich es leider mit angesehen, wie ein solcher Fangedamm das wasser durchliefs, während an den grofsen schöpfmaschinen, die aus der Baugrube das wasser auffördern sollten, Tag und Nacht 500 Mann arbeiteten. So wurde mehrere wochen über diese Danaiden-Arbeit verrichtet, welche 24000 fl. kostete, und das wasser fiel nicht eher, bis es in der vor der Baugrube vorüber gehenden *Donau* gefallen war. So lassen also die Regierungen bey einem Theile eines Baues eine gröfsere summe verschleudern, als der drey- und vierfache Gehalt eines kenntnifsvollen Ingenieurs beträgt, der solchen unnützen Arbeiten zu begegnen versteht.

Unter allen umständen ist es daher eine praktische vorsicht: 1) dafs man die Fundamente der Bauwerke in Jahreszeiten zu legen suche, in welchen die Flüsse gegewöhnlich niedriges wasser führen; 2) dafs man das unterirdische wasser von der Baustelle auf alle erdenkliche weise ableite. Es ist daher, wenn sich Quellen einstellen, bey Errichtung einer Canalschleuse, die untere und obere Canalhaltung, in der Nähe der schleuse, nachdem ein hinreichend dickes Erdstück stehen geblieben ist, bis unter der Gründung der schleuse auszuheben. Ein gleiches ist bey den schleusen, die an Häfen und Bassins angelegt werden, zu beobachten.

Um der langen spundwände, welche sich während des Einrammens umbiegen und aus den Falzen springen, zu entbehren, wird auch wohl der obere Theil eines hohen Fangdammes aus solchen Planken gemacht, die hinter den stützpfählen horizontal liegen, wo dann der untere Theil nur eine spundwand erhält. Auf diese weise ist (Fig. XV. XVI u. XVII. Tab. 83.) der Fangdamm vor der schleusengrube am seehafen *Nieuwendiep* in Holland gemacht worden, dessen construction ich im 1sten Bd. seite 658. beschrieben habe. Dieser auf Tab. 83. Fig. XV. dargestellte Fangdamm ist übrigens als ein Muster beym Bau der seeschleusen zu betrachten. Er war so dichte, dafs er kein wasser durchliefs. Aus der schleusengrube wurde anfänglich das wasser, bis zur Ebbe, durch die kleine schützöffnung *A* Fig. XV. ausgelassen.

§. 69. Bey Errichtung der Fangdämme sind nun folgende vorschriften als die wesentlichten zu beachten, bey denen ich zugleich die Nuth - oder Dammplanken näher beschreiben will. 1) Mufs das Ende eines Fangdammes oder einer jeder künst-

lichen Abdammung, nicht blos an ein Gemäuer, einem Felsen oder an eine feststehende Erdmasse sich anschliefsen, sondern in solche hineingehen, damit das Wasser nicht eine Oeffnung finde, durch welche es in die Baugrube eindringen und den Fangedamm umgehen kann. In gleicher Absicht müssen die Ecken der Dammkisten aufs sorgfältigste gemacht und der Grund der Baustelle, noch ehe der Fangdamm errichtet wird, mufs von Holzwerk, Steinen Wurzeln, Schlamm und Triebsand gereiniget werden. Nämlich bis auf eine solche Tiefe, die das Durchdringen des unterirdischen Wassers nicht befürchten läfst; oder man mufs einen Plankenboden legen, auch auf einen Faschinenbau, Cement, ungelöschten Kalch und Kiesel schütten, und diese Lagen mit Wasser begiefsen. Diese Regeln gelten auch für die Plätze, worin die Spundwände selbst kommen. 2) Die Fangedämme müssen wenigstens zwey Schuh höher als die zur Bauzeit gewöhnlich einfallenden höchsten Gewässer stehen, angelegt werden.

Wir wollen nun die Form der *Dammplanken* betrachten. Dieselben müssen so dicht als möglich *aneinander* oder *ineinander schliefsen*, daher ihre Benennung entstanden ist, denn sie sollen eine wasserkehrende Abdammung machen. Ihre Dicke kann 3 bis 4 Zoll und ihre Breite 10 bis 18 Zoll seyn, wenn sie ohne Falzen gemacht werden, sonst mag die erstere 5 bis 8 Zoll betragen. Bey Grundbauten mufs sie aber etwas stärker seyn. Da eigentlich die zwischen zwo Dammplanken-Reihen festgestampfte Erdmasse, das Durchsikern des Wassers verhindert, so ist es bey jedem Baugrunde, der nicht aus Triebsand, Moor oder unterirrdische Quellen besteht, eine übertriebene Vorsicht, wenn man die Dammplanken in einander schiebt, als wodurch das Einschlagen derselben mühsamer und kostbarer wird, auch die Dicke derselben, wegen der Falzen, vermehrt werden mufs. Die Holländer machen sie daher nur gewöhnlich vierkantig, es sey dann, dafs im Triebsande oder weichem Boden gearbeitet wird, denn darin mufs man sich lediglich auf die gute Fügung der Dammplanken verlassen. Tab. 83. Fig. 16. stellt den Grundrifs und 20 den Aufrifs zwoer solcher Dammplanken dar. Andere geben denselben einen 1 bis 2 Zoll breiten, und 1½ bis 2 Zoll tiefen Falz oder eine Nuthe *a* Fig. 17. und einen Zapfen *b*, welcher in die Nuthe *c* einer andern Planke eingreift, defswegen heifsen sie auch *Nuthpfähle* oder *Nuthplanken.* Da, wo lange Spundwände nothwendig sind, und wo die dünnen Dammplanken, wegen ihrer Biegsamkeit, nicht vertical eingerammt werden können, schlägt man mit Falzen versehene Pfähle *a a* Fig. 23. zu 12 Zoll im Viereck und dazwischen zwey, drey und mehrere Dammplanken *b*. So hat man beym Bau der Brücken de la *Ferté* zwey Dammplanken zwischen je zwo Spund- oder Nuthpfählen eingerammt. Einige geben diesen Nuthen und Zapfen die Form von sogenannten Schwalbenschwänzen Fig. 18. Manche Bauführer lassen diesen Zapfen weg, geben jeder Dammplanke zwo Nuthen Fig. 21. und treiben in die viereckigte Oeffnung *a b*, welche die zwo aneinander geschlagene Dammplanken formiren, einen hölzernen

spund, wefswegen solche wände auch *spundwände* und die Dammplanken *spundplanken* genannt werden. Auch macht man die Nuthe *a* Fig. 19. und den zapfen (*Nuthzapfen*) *b* triangelförmig. Endlich hat man sich in schweden, bey dem vor Carlscrona angelegten Fangedamme, einer noch künstlichern Fügung, wie Fig. 24. oder 25. zeigt, bedient. Die spundplanke wurde nämlich auf eine unter 45 Grad schräg stehende Holzwand gelegt, und dann erst in den Grund eingetrieben. Da es eine krumme Linie war, nach welcher diese spundwand geschlagen wurde, so kam es dabey vorzüglich darauf an, dafs die spundplanken auch seitwärts, während sie heruntergeschoben wurden, nicht auseinander wichen. Dazu dienten nun die in *a* bezeichneten Nuthen und die zapfen *b*, welche also, wiewohl sie mittelst eigends zur Ausspundung verfertigten Hobel mühsam und kostbar zu machen waren, wie die Form zeigt, dem zwecke entsprachen. Ganz anders würde aber das urtheil ausfallen, wenn solche spundplanken zu vertical einzurammenden spundwänden gebraucht werden sollten: denn hiezu sind sie nicht anzurathen. Bey guter Füllerde, die kein wasser durchläfst, ist die erste Art, oder es sind die eigentlichen Dammplanken (die vierkantigen) Fig. 16. die befsten; nur müssen sie genau aneinander gerammt werden. Eine vorsicht, die jedoch auch bey den übrigen Arten beobachtet werden mufs und worüber unten das weitere vorkömmt. In einem lockern Boden mag man sich also der Dammplanken mit parallelepipedaischen zapfen und Nuthen bedienen, *a*) weil die triangelförmigen aus den Falzen springen und die spunde, wegen ihrer schmäle und wenigen steifigkeit, nur mühsam in die Oeffnung zu bringen sind, welche aber gar nicht heruntergeschoben werden können, wenn in diese Oeffnung Holz oder dergleichen herunterfällt, welches leicht geschehen kann. Die Dammplanken oder Dammpfähle, welche aus ulmen, Eichen, Buchen oder Nadelholz bestehen, müssen auf dem zimmerplatze dergestalt zugerichtet und daher nummerirt werden, wie man sie einzurammen gedenkt und zwar je zehn stück auf die zulage zusammen. Damit sie von der sonne nicht krumm gebogen werden, so mufs man sie bald nach ihrer zurichtung verarbeiten oder zwischen schraubenzwingen legen. Die Falzen werden aber mit den dazu geformten Hobeln gemacht, indem man die Dammplanke in eine auf den zimmerplatz befindliche grofse zwingenbank einspannt, deren seitenwände mittelst einiger dadurch gehenden hölzernen schrauben auseinander oder zusammen gespannt werden, je nachdem die Dammplanken dicke oder dünne sind. Der Hobel, womit die Nuthe bis auf $\frac{5}{4}$ zoll tief durch zwey Mann ausgestofsen werden kann, heifst *Nuthhobel*. Die Falzen an der seite des zapfens *b* Fig. 15. werden mit dem *Falzhobel* abgehobelt. Soll die Nuthe tiefer und der Nuthzapfen länger als $\frac{5}{4}$ zoll seyn, so mufs das stemmeisen oder die Breitaxt gebraucht werden. In den mehrsten Fällen wird daher die Tiefe der Nuthe zu 1 bis $\frac{5}{4}$ zoll hinreichen müssen und können. Auch die vierkantigen Dammplanken müssen nach

der schmalen seite genau abgekannt und dann abgehobelt werden, damit sie dicht aneinander passen.

Was die spitze *a* Fig. 20. Tab. 83. *) der Dammplanken anbetrifft, so wird sie einen schuh lang, nach der dicken seite der Planke zwey zoll breit, und nach der Breite ein Drittel derselben schräge abgeschärft. Bey einem Grunde, worin sich steine befinden, wird sie mit Eisenblech beschlagen, das ist mit einem schuh, der beyläufig 9 bis 20 Pfund wiegt, versehen. Die Nagellöcher *b*, welche an denselben kommen, müssen vertical länglicht stehen, damit sie, wenn der schuh etwas aufgeschoben wird, längs den Nägeln hingleiten, und dieselben nicht absprengen. Bey einem weichen Grunde muſs die spitze bloſs gebrannt werden.

Wollte man den Dammplanken, wie den Grund- und stützpfählen, eine nach allen seiten scharf zulaufende spitze geben, so würde sich in den zwischenraum zweyer spitzen, während des Einrammens, die Erde einschieben, folglich die Dammplanken auseinander zu streben trachten. Ein anderes ist es jedoch, wenn man, wegen der Höhe von der spundwand, statt der Dammplanken, die nur eine Dicke von vier bis acht zoll haben, acht bis zwölf zoll dicke Dammpfähle gebrauchen muſs (Fig. 2. Tab. 82.), welche sich natürlich nicht so leicht als die dünnen Dammplanken auseinander zwängen lassen.

§. 70. Die Eintreibung der Dammplanken zu Fangedämmen betreffend: so müssen sie 3 bis 8 Fuſs senkrecht in den festen Boden eingerammt werden, damit das Grundwasser unter dieselbes nicht durchdringe. Da sie zwey Drittel bis drey viertheile ihrer Länge aus dem Grunde hervorragen können, so werden sie 9 bis 32 Fuſs lang gemacht. Bey der Brücke von *Neuilly* waren sie 21 Fuſs lang, 4 zoll dick und 9 zoll breit, und hatten einen 10 Pfund schweren eisernen schuh; mit 600 bis 900 Pfund schweren Rammen hatte man sie 3 bis 6 Fuſs in den festen Grund eingetrieben. Bey der Brücke von *Orléans* waren sie 16 bis 20 Fuſs lang, und standen 4 Fuſs tief im festen Grunde. Bey dem im 1. Bande S. 658. beschriebenen merkwürdigen Fangedamm Tab. 83. Fig. XV. sind die 10 bis 12 Fuſs langen Dammplanken 4 bis 5 Fuſs tief eingerammt worden. Die stützpfähle müssen 3 bis 4 Fuſs tiefer eingerammt werden, als die Dammplanken, und in einem leichten Boden eine schräge von 1 bis 3 zoll auf den Fuſs Höhe erhalten, in einem festen Boden werden sie aber vertical eingeschlagen.

Da das Eindringen der Pfähle von der Erschütterung ihrer Holzfibern abhängt, so ist es offenbar, daſs alle Nuthpfähle und Nuthplanken mit mehreren Rammschlägen eingeschlagen werden müssen, als die einfachen Dammpfähle oder Dammplanken.

§. 71. *Die Dicke der Fangedämme*, worunter ich den Abstand der Aussenseite von der gegenüberstehenden Dammplanke verstehe, anbetreffend, so bin ich bereits

*) In dem Durchschnitt der einen Nuthplanke (Fig. 20. *B.*) ist die Nuthe in *c d* zu sehen.

in der Uebersicht der Wasserbaukunst von der gewöhnlichen Angabe abgegangen, und ich habe daselbst 1. Band S. 112 folgendes bemerkt. *Gautier* in seinem Traité des ponts p. 84, dem viele Schriftsteller und noch die jüngsten nachgeschrieben haben, sagt: „dafs man die Dicke eines solchen Fangedammes, der ein stillstehendes Wasser zurückhalten solle, der Wasserhöhe gleich machen müsse, und dafs sie beym strömenden Wasser um das Doppelte zu vermehren sey." Wird indessen die Construction eines solchen Fangedammes, betrachtet und daher erwogen: dafs die vordere Wand dem Drucke des Wassers in Gemeinschaft mit der hintern, mittelst den queer übergehenden Holben widerstehen mufs, so wird man sich davon überzeugen: dafs nämlich eine beträchtliche Dicke überflüssig sey, daher denn auch Perronet in den Abdammungen der Brücke zu *Neuilly* die Pfähle auf 9 Fufs Abstand gegenüber gestellt hat. An den Umdammungen der Brücke von *Nantes* betrug dieser Abstand 12 Schuh; an der Brücke von *Orléans* eben so viel und an der Brücke de la Ferté 9 Schuh. S. Receuil etc. des Ponts, par *Pitrou*. *Régémortes* in seinem Werke über die Brücken hält diese Dicke zwischen 6 bis 9 Fufs hinreichend, und gewifs hatte derselbe mehr Erfahrung, als irgend ein Brückenbaumeister nach *Perronet*. Ja! vor einem der Brückenpfeiler bey *Orléans* erhielt nämlich der Fangedamm eine Dicke von zwey Schuh (*Perronet* Tome II. p. 4. Tab. XXV.) Um einen Pfeiler der Brücke von *Neuilly* (Tab. 14. des Perronetschen Werkes) wurde dem Fangedamme eine Dicke von 8 Schuh gegeben. Noch andere Abdammungen erhielten eine Dicke von 3 bis 6 Schuh, wie deren eine Tab. 84. Fig. 23. darstellt. Der vor der Seeschleuse am *Nieuwendiep* angelegte Fangedamm, welcher ein 20 Schuh hohes Wasser und die Brandungen der See abhalten mufste, war nur 13 Schuh dick Tab. 83. Fig. XV. Die Balkenabdammung E Fig. 10. Tab. 89. vor der Schleuse de la Communication zu *Havre*, hatte eine Dicke von 11 Fufs, und die Schleuse von *Slykens* wurde von einer, einen Schuh dicken Balkenwand *i h* Fig. 15. Tab. 74. gegen die 20 Schuh hoch stehende Wassermesse geschützt, als ich im Jahre 1800 ihre Restauration sah. Bey dem Bau des Landshuter Wehres habe ich den Fangedämmen nur eine Dicke von 3 bis 6 Fufs gegeben. Ja, die 36′ weite Flofsfahrt wurde nur mit einer Balkenwand abgedammt.

Wir sehen daher, dafs es bey der Dicke der Fangedämme auch wesentlich auf die Stärke derer dazu gebrauchenden Hölzer ankömmt, und dafs man sich unter gewissen Umständen blos einer Balkenwand oder einer Reihe Spundpfähle bedienen könne, wenn der Grund nicht quellenartig, sondern feste ist, daher kein Wasser in der Nähe der Holzwand durchläfst. Das letztere ist bey dem Grundbau der *Essex-Brücke zu Dublin* mit dem besten Erfolg geschehen (a Treatise on Building in water by Georg *Semple* p. 99.) Ich rede daher hier nur von der Dicke solcher Fangedämme, die mit Erde gefüllt werden, und auf eine lange Zeit dem vorbeyfliefsenden Wasser, so wie den Durchquellen desselben, widerstehen sollen; denn die andern Abdammungen können nur aus einer Bretter-, Planken- oder Balkenwand bestehen, vor welcher Stroh,

Mist mit Kiesel und frisch gelöschten Kalch zu bedeckendes feines Buschwerk eingesenkt werden.

Nach allen diesen Erfahrungen kann man festsetzen:

1) die Höhe der Fangedämme über den festen Boden bis 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 Fuſs.

2) Breite oder Dicke 3 bis 4, 4 bis 5 u. s. w. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 Fuſs.

3) Die Dammplanken mögen tief stehen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 Fuſs.

4) Schwere der Rammklötze 250 bis 400, bis 500, 600, u. s. w. 900, 1000, 1100, 1200 Pfund, je nach der Dichtigkeit des Erdreichs. Bedient man sich, des Seite 413 beschriebenen Rammklotzes, so kann die Schwere desselben Hundert Pfund weniger betragen, weil derselbe höher als die übrigen Arten von Rammklötzen geschnellt werden kann.

Eine Ausnahme bey der Dicke der Fangedämme findet jedoch in dem Falle statt, wenn man dieselben zu Laufbrücken oder zur Stellung der Schöpf- und Ramm-Maschinen gebrauchen muſs. Dann dürffen sie selten schmäler als 12 Schuh breit gemacht werden können. Ein Fall, der beym Bau der Brücken sehr häufig eintritt, wenn man einmal Fangedämme anlegt, die aber gegenwärtig der Ingenieur, wenn nur es möglich ist, vermeiden wird, und die er beym Brückenbau oft vermeiden kann.

§. 72. Weiter besteht die Vorsicht, bey Errichtung der Fangedämme, darin: a) Sobald nämlich das hölzerne Gerippe des Fangedammes vollendet ist, muſs der vom ersten Aufräumen noch etwa zurückgebliebene flüchtige Sandgrund und Schlamm, welcher sich darin befindet, mit Sandkratzer oder Schlammräumer (Baggermaschinen) vollends heraufgefördert werden, wobey ich bemerke, daſs von den einfachsten Schlammräumern das Manöver in Tab. 84. Fig. 69. und 70. (Fig. XXII. machine á draguer Tab. 99.) dargestellt ist. Zuweilen muſs solche Ausräumung sehr tief geschehen. So lieſsen z. B. *Cessart* u. *Voglio*, bey der Brücke von *Saumur*, den Sand auf 12 Schuh tief ausbaggern. Bey dem sehr tief liegenden Triebsand kann man jedoch wegen Zurückhaltung desselben, die Vorsicht anwenden: über demselben lebendigen Kalch, Puzzolane, Traſs oder andere bindende Massen, einige Zoll dick, zuschütten, worauf dann wieder Ziegelgraus oder Mauerschutt zu liegen kommt, um damit einen wasserdichten Boden zu machen. Dieses Materiel wird mittelst des sogenannten Knechtes von einer Ramm-Maschine zusammengestoſsen und zwar mit Hülfe einer Röhre, wenn das Zusammenstoſsen im Wasser selbst bewerkstelliget werden muſs. b) Zur Füllerde muſs diejenige Erde genommen werden, welche einer starken Cohäsion fähig, also fein körnig und fett ist, und die bey trockenem Wetter weder Risse noch Spalten erhält. Diese besteht aus Garten-, Kley- oder Schlickerde. Auch Thon und Kreide, ja im Nothfalle reiner Sand mit Erde vermischt, besonders schwarzer Moorsand, kann gebraucht werden, nicht aber Lehm, der leicht spaltet, es sey dann, daſs man ihn mit Kalch- oder Lehmwasser anfeuchte. Vorzüglich gut ist aber die Füllung mit Ce

ment, kleinen kieseln, sand und ungelöschten kalch, welches mit wasser begossen wird, nämlich die einzelnen lagen. Diese Füllmasse bildet dann einen wasserdichten *Beton*, und dabey dürfen die Fangedämme nur sechs schuh dick seyn, weil sie ein künstliches Gemäuer abgeben, welches dem Angriffe der wellen und des stromes widersteht. Freylich mufs diese Füllung einen Monath vor Ausschöpfung der Baugrube bewerkstelligt seyn, damit die Masse trockne und sich erhärte. In der Nähe der sägemaschinen kann man sich auch der stark angefeuchteten, mit Erde vermischten sägespänne zum Füllen des Fangedammes bedienen. In den Fällen, wo Quellwasser zu befürchten ist, wird man genöthigt, vor dem Fangedamme hin, noch Thon, steine, Erde, ziegelschutt, frich gelöschten Kalch oder ungelöschten Kalch u. dergl. zu schütten oder bey der see ein mit steinen und Kiesel zu beschwerendes Faschinenwerk anzulegen, um den Boden zusammen zu pressen. Das letztere kann auch bey Bauten an Flüssen, zur Abwendung des stromes nöthig werden. c) Wenn eine Baugrube rund herum mit einen Fangedamm umschlossen werden soll, so ist die dichte verwahrung von dessen Ecken nothwendig. Dieselbe kann mit den gewöhnlichen und wirklich in der Praxis befsten spundplanken *a b* Fig. 17. Tab. 83. dergestalt gemacht werden, dafs der schlufs *c* aus einem starken spundpfahl besteht, dessen Form kann wie *C D.* oder *E* gemacht werden. d) Wählt man zu den spundplanken 4 bis 8 zoll dickes Holz, so kann man sich daselbst, wo weder strom, wellenschlag, noch ein weicher, das wasser durchlassender Boden statt findet, mit *einer spundwand*, wenn dieselbe sorgfältig geschlagen ist, begnügen; bedarf daher nicht zweyer spundwände noch einer Ausfüllung. e) Soll in diesem Falle die Baugrube nur von einer seite gegen das Eindringen des wassers geschützt werden, so wird längs derselben, nach der innern seite, eine Gurtung gelegt, auf 6 bis 12 schuh Abstand ein stützpfahl dahinter eingeschlagen und dann längs der Gurtung die spundwand eingetrieben. f) Umgiebt man die Baugrube mit einem Fangedamme Fig. 17. Tab. 83., so mag die Gurtung *d d* vor der spundwand kommen. Um diese aber gegen das Ausweichen zu sichern, so werden Anker *e f*, auf 5 bis 10 Fufs Abstand, queer übergelegt, vor denen, bey *g*, Keile gesteckt werden. Dieselben können, bey den Fangedämmen, aus Holz, bey den Fundirungen aber aus Eisen bestehen. Der Englische Brückenbaumeister *semple* hat sich diese verbindungen mit sehr gutem Erfolge bedient. Sie ist auch insbesondere bey Fundirungen sehr nützlich! g) Ist das Terrain der Baugrube nun so beschaffen, dafs die spund- oder die stützpfähle nur einige schuhe in den Grund, aber 15 schuh und mehr darüber stehen müssen, so mufs der Fangedamm mit schrägen stützpfählen *l* Fig. XIX. Tab. 83, die sich unten auf den Boden an vertical eingerammten Pfählen *K* und oben an die Gurtungen *m* anlehnen, gegen das Ausweichen gesichert werden. Eben so kann man einen etagenmäfsigen Fangedamm oder eine Abspreitzung des lockern Erdreichs Fig. XVIII. durch die

streben *d* und *e* verstärken, die sich entweder an eine Gurtung *g* oder an ein kurzes Queerholz *f* anspreitzen.

Zuweilen läfst man auch die hohen Fangedämme aus mehreren Absätzen bestehen. Dieselben sind alsdann aus stützpfählen *a*, (siehe oben diese Figur) denen darüber liegenden Holben *b* und den hinter den Pfählen horizontal gelegten Planken *c c*, so wie aus einer Erdanfüllung *i i* gemacht. Sollte jedoch, ungeachtet dieser Sorgfalt, unter dem Fangedamme das Wasser durchquellen, so kann man, beym stillstehenden Wasser, vor demselben, lebendigen Kalch einschütten. Eines Materials, dessen sich der Ingenieur *Garipuy*, bey dem grofsen Sperrdamm an dem Bassin *Lampy*, welches einen Theil des Speisewassers zum Canal von Languedoc enthält, bediente. Oder es mufs der lockere Grund weggeräumt, und eine Anfüllung mit Thon, Kreide, Mauerschutt, Steinen und ungelöschten Kalch gemacht werden, welche man nachher mittelst der Ramme feststampft. Dieses Mittel läfst sich auch gegen die Aufquellung des Wassers in der Baugrube, anwenden.

§. 73. Einzelne in den Baugruben entstandene Quellen sind mit im Kreise einzurammenden stützpfählen einzuschliefsen, zwischen denen man eine verpichte Tonne, wo möglich bis auf den festen Boden, niederschiebt und daran befestigt, welche unten mit lebendigen Kalch und oben mit feinen Thon, Kreide oder Gartenerde umgestampft wird, oder man setzt die Tonne zuerst auf die Quelle, und rammt nachher die Pfähle um dieselbe. In dieser Tonne steigt alsdann das Wasser dem äufsern gleich hoch. Beym Bau der Brücke zu *Orléans* setzte man zwey Tonnen übereinander, einige Quellen wurden auch durch in dieselben eingerammten Pfähle verstopft.

Alles aufquellendes Wasser mufs daher für sich abgesondert, entweder mit Dammplanken, oder wie eben gezeigt ist, eingeschlossen werden. Zuweilen kann man auch dadurch seine Ergiefsungen hemmen, dafs man darüber (auf die Quelle) ein hölzernes oder gar dichtes Gefäfs, in der Form eines umgestürzten Trichters, bis auf den Boden stürzt und dasselbe mittelst einiger Rammpfähle auf denselben fest anschliefst; diesem Gefäfse aber oben einige Zolle im Durchmesser habende Röhre gibt, welche über das Wasser von der Baugrube hervorstehen mufs, wodurch das Quellwasser aufsteigt. Einer solchen Vorrichtung, die mit dem Abbohren der Quellen vieles gemein hat, bediente man sich beym Bau der grofsen Schleuse zu *Cherbourg*, wie Belidor Tome II. §. 316. erwähnt.

§. 74. Ist der Bauführer in die Nothwendigkeit gesetzt, mit dem Fangedamme dergestalt in den Flufs hineinzugehen, dafs dessen Unterwaschung zu befürchten steht, so mufs gleich anfänglich, längs demselben, ein Faschinenwerk angelegt werden. Dasselbe wird in dem Falle mit Zäunen versehen, und mit Steinen, ja auch mit Thon beschwert, wenn das Bett des Flusses aus Triebsand besteht, welcher das Wasser durchläfst; daher dessen Beschwerung mit Thon, Ziegelgraus, Steinen, kleine Kiesel und ungelöschten Kalch, die eine Zusammenpressung und Dichtung desselben

hervorbringen, äufserst vortheilhaft ist. Bey einem solchen ungünstigen Boden wird es öfters nothwendig, die *Dammplanken* tiefer als zehn Fufs in den Grund einzuschlagen. Unter diesen Umständen mag man sich also statt ihrer der viereckigen starken Pfähle bedienen. Hinter einer solchen eingerammten Pfahlwand wird eine Dammplankenwand, und zwar die Planken im Verbande mit den Pfählen, eingerammt, welche also die Spalten der Pfahlwand decken. Die Pfähle mögen wechselseitig regulaire Zapfen und Vertiefungen erhalten. Auf diese Weise kann man zwey Reihen solcher Pfähle und Dammplanken einschlagen, und das Ganze mit ausgestampfter Erde u. s. w. füllen. Dafs die vordere Pfähle längs einer Gurtung geschlagen, und dafs auf 6 bis 10 Schuh Abstand queer über das Werk Holben gelegt werden, ist eine nothwendige Vorsicht.

§. 75. Ich habe in diesem Werke schon mehrmal der horizontalen Balkenabdammung erwähnt, und ich empfehle sie auch zu Fangedämmen, so wie zur Absteifung des Erdreichs. Ueberall, wo der Ingenieur nichts von seitwärts eindringenden Quellwasser *) zu fürchten, und wo er den Boden geebnet hat, wird derselbe Balkenwände an Stützpfählen anlehnen, und die kostbaren Fangedämme vermeiden. Diese Balkenwände können auf verschiedenerley Arten errichtet werden, von denen ich im Folgenden einige der wesentlichsten angeben werde. Von ihrer Stärke und Dichtigkeit sind nachstehende Fälle ein hinreichender Beweis. a) Die Balkenkästen, worin erbaut wurden, sind z. B. 1) die Schiffsdocke und der Schiffsstapel zu *Toulon* Tab. 61., 2) die Brücke zu *Saumur*, 3) die *Blackfraiars*- und *Westmünster*-*Brücken* zu *London*, 4) die einfache Spundwand, worin die Brücke zu *Dublin* aufgeführt ward, 5) die Bauart der Hafendämme zu *Cherbourg*, 6) die Inondations-Schleusen zu *Valenciennes*, *Ollmütz*, *Josephsstadt* und *Theresienstadt;* auch sind 7) die Balkendurchlässe auf einigen Flüssen in Frankreich, und namentlich auf der Charente, dem *Orbflufs bey Beziers* Tab. 76. Fig. 3; ferner die grofsen Wasserstauungen im *Murchthal* des Grofsherzogthums Baden, und die mit Planken beschlagenen Schleusenthore aller Art, so wie das *Landshuter-Isarwehr* Tab. 101., ein Beweis von der Stärke solcher Holzwände. Ja es ist zuweilen, und insonderheit, wenn der Abstand der verticalen Pfähle 10 Schuh beträgt, nicht einmal nöthig, sich der Balken zu bedienen, sondern vierzöllige Planken sind hinreichend stark, um den Druck des Wassers von 10 Schuh hoch und in einer Oeffnung von 10 Schuh zu widerstehen, wie die Erfahrung bey den Wasserstauungen im Schwarzwalde, so wie die grofsen Schützen bey Mühlen und Freyarchen hinlänglich beweisen. Der Balkendammung hat man sich auch bey der Reparatur der *Slyker-Schleuse* Fig. X. u. 15. Tab. 74. bedient. Hinter der Balkenlage *i h* Fig. 15. oder *l k* Fig. X. waren, sowohl in der Mitte als an den Enden K Fig. X. Ständer vertical, aufgesetzt. Diese wurden mittelst der an die Schleusenthore spreitzen-

*) Gegen das unterirdische Quellwasser, welches in der Baugrube selbst aufsteigt, schützt auch eine Spundwand nicht; denn dieses mufs durch die zuvor beschriedenen Mittel zurückgehalten werden.

den strebe *e g* Fig. 15. und einer andern *e b*, welche gegen ein horizontal liegendes Holz *b* spreitzte, in ihrer stellung erhalten. Dieser Balken *b* wurde von der strebe *a* gespreitzt. Endlich waren von dem Balken *b* ab, noch zwey andere in Figur *x* punctirte streben *d* angebracht. Als ich diese vorrichtung (im Jahr 1800) sah, stand die Fluth 18 schuh hoch vor dieselbe, und dennoch liefs sie kein wasser durch.

Die einfachste Art einer Abdammung besteht aber darin, dafs man von 8 bis 16 schuh Abstand, auf beyden seiten, mit Nuthen versehene stützpfähle tief genug einrammet, in deren Nuthen drey bis vier zoll dicke Planken herunter läfst, von denen die untern den Grund erreichen müssen.

§. 76. Eine andere Art stauwände (Fig. XIX. u. Fig. 35. Tab. 83.) ist folgende, zum fortnehmen und wiedereinsetzen eingerichtete. Auf dem geebneten Boden *i i* Fig. XIX. liegt eine auf Grundpfählen *h* eingelassene schwelle *g*, welche oberhalb eine Falze *b* hat, worin die Nuthständer *a b*, auf 6 bis 10 Fufs Abstand, zu stehen kommen. Damit diese wände (also auch die gesammte wand) ihre verticale Richtung erhalten, so ist hinter jeden ständer ein Grundpfahl *k* eingerammt, vor welchem eine strebe *l*, bis zu dem ständer *a b*, geht. In der Falze 1, 2, 3, von je zwey ständern und der schwelle, wird die unterste Dammplanke 1. eingelassen u. s. w. die folgenden 2., 3., welche genau abgekantet seyn müssen, damit sie aufeinander passen. Auf diese weise kann man auch die von 6 bis 12 Fufs Abstand einzurammenden stütz- oder wandpfähle, einer Abdammung, mit Falzen versehen, darin die Planken und davor eine Gurtung anbringen. Hat man nun zwey Reihen solcher Pfähle geschlagen, so werden die längs denselben hinlaufenden zwey Gurtungen mittelst Holben verbunden, der Raum zwischen beyden wänden aber mit guter Erde gefüllt, um einen wahren Fangedamm hervor zu bringen.

§. 77. In *schweden* und *Holland* schiebt man mehrere solcher mittelst Queerriegeln auf dem werkplatz verbundener Planken, entweder in die Nuthen zweyer ständer oder hinter die Grundpfähle hinab. Man nennt solche aufeinander gesetzte Planken eine *Tafel*. Wenn es dem Bauführer an scheerentackeln oder kleinen Rammen, zur Aufhebung solcher Tafeln, nicht gebricht, so sind sie mit vortheil zu gebrauchen. Werden dieselben vor oder hinter den stützpfählen gesetzt, so wird auf demjenigen Theil, wo sie aneinander stossen, ein Brettstück aufgenagelt, damit die gebliebene Fuge oder spalte kein wasser durchläfst. Uebrigens müssen, bey Einsetzung von Tafeln, die stützpfähle vertical eingerammt werden, weil sonst die Tafeln nicht genau aufeinander stossen würden. Belidor Tom. II. §. 221. tadelt daher mit Recht die construction des bey dem schleusenbau zu *Gravelines* gebrauchten Fangedammes, wo die Pfähle schräge standen. Solcher Tafeln bedient man sich auch zu Abhaltung des strömenden wassers von irgend einem auf einen Pfahlrost aufzuführenden Gemäuer.

Die mit Planken oder Brettern zu machenden Wände mögen vorne, unter einem spizen Winkel, zusammen stossen, und auf diese Weise vor ein Bauwerk gesetzt werden, das man wiewohl nicht im Trockenen zu bauen, sondern nur von dem heftigen Strom, auf eine Zeitlang, zu schützen hat. Auch zu Bedielung des Sturzbettes eines Wehres ist diese Vorrichtung sehr nützlich. Man beschwert diese in Gestalt einer Pflugschaar gemachte Vorrichtung, deren ich mich bey der Bedielung des Sturzbettes vom Landshuter-Wehr bedient habe, mit Steinen, und schlägt hinter derselben die Bedielung auf die zu diesem Zweck gelegten Schwellen-Felder. Zuweilen, nämlich da, wo ein fester Grund ist, und die Stützpfähle tief genug eingerammt sind, kann man sich zu Fangedämmen, derer in Fig. 12 u. 13. Tab. 87. vorgestellten Constructionen bedienen, in der obern Holbe eine Schraubenmutter anbringen, und so vermittelst einiger auf den nöthigen Abstand angebrachter Schrauben *f* die genau gekanteten Balken aufeinander pressen.

§. 78. Ehe ich jetzt eine kurze Nachricht von einem der Anlage eines der gröfsten Fangedämme gebe, will ich zeigen: *die Art und Weise, wie die Dammpfähle oder Planken, oder Spundplanken dicht aneinander geschlossen oder eingerammt werden.* Da, wo die Rammen über Wasser stehen, mag ihre Eintreibung auf folgende Art geschehen. Erstlich wird ein Gerüst *abc* von Stützpfählen (Fig. 2 und 3. in der Mitte auf Tab. 82.) von Prahmen oder Schiffen ab, eingerammt, von welchem eines den Ramm-Maschinen, mit welcher man die Dammplanken einrammet, zum Gerüste dient.

Nachher werden etwa 12 bis 18 Dammpfähle oder Dammplanken aufgerichtet, und je zwey derselben mit zwey eisernen Krampen (Fig. 4.), einmal nahe an der Wasserfläche, und das anderemal nicht weit von dem obern Ende, aneinander befestigt. Stehen dieselben auf solche Weise vertical, so wird auf dem ersten und letzten ein oder zwey horizontal liegende Zwingen *ee* Fig. 1 u. 2. dergestalt befestiget, dafs dieselbe auf beyden Falzen mit einem Bolzen versehen sind, welcher durch eine verticale Falz der Dammplanke läuft, und an der Rückseite in die andere Zwinge befestigt ist, so dafs die Dammplanken zwischen zwey oder vier Zwingen horizontal herunter gleiten können. Es versteht sich übrigens, dafs da, wo die Fangedämme wasserdicht seyn sollen, die verticale Falze nicht bis zum Wasser hinabreichen darf, sondern in dem Theil, der abgesägt wird, angebracht seyn mufs. Sind die mittlern Dammplanken, welche zwischen denen, die an dem Ende jeder Zwinge stehen, eingerammt: so wird die Zwinge selbst abgenommen, und diese Endeplanken werden gleichfalls in den Grund getrieben. Nachher wird das Gerüste ausgezogen, und die Erdfüllung, zwischen den Spundwänden, bewerkstelligt, um einen Fangedamm zu erhalten. Die zweyte Art, das heifst, die Methode zwischen schwimmenden Prahmen, die Pfähle einzurammen, kann bewerkstelliget werden, wenn man (Fig. 1. 2 u. 3. auf Tab. 82. rechts) zwey Prahmen *aa* so nahe aneinander legt, dafs gerade die

Spundwand zwischen den zwey auf den Prahmen (man sehe den Grundrifs auf Tab. 82.: le Battage des Palplanches sur Bateau oder Fig. 1.) befestigten Balken *cc* Platz haben, und die Schiffe mittelst starken und fest stehenden Pfählen oder Ankern und Seilen sicher liegen. Dann wird, um die Balken *cc* in der gehörigen Weite zu erhalten, ein mittelst Bolzen und eisernen Schienen angehängtes Holzstück, entweder an zwey oder auch an mehreren Stellen angebracht. Wie dieses sowohl von vorne als von der Seite an die zwey Balken befestigt ist, diefs zeigen Fig. 4 u. 5. deutlich.

§. 79. Das Einrammen der Dammplanken mufs dann, so wie überhaupt das Manövre in diesen aus dem Werke von *Régémortes* über den Brückenbau, genommenen Kupfern zu ersehen ist, dergestalt geschehen, dafs in einer Reihe nicht eine Dammplanke mit einem mal, bis zur gehörigen Tiefe, geschlagen werde; 2) dafs die Dammplanken längs horizontalen Gurtungen, wenn man auch die vorbeschriebenen Zwingen nicht gebraucht, hinabgleiten, damit sie ihren verticalen Stand behalten; 3) dafs der Rammklotz zwey Planken zugleich trift, die Ramme längs der Plankenwand hin und her gerückt, oder das Einrammen mit mehreren Rammen zugleich bewerkstelligt wird; 4) dafs man erstlich leichte, dann aber schwere Rammklötze gebraucht. So hat sich z. B. *Régémortes*, beym Bau der Brücke von *Moulines*, erst Rammklötze von dreyhundert, dann von 500, 700 und von 1500 Pfund, bedient; 5) zum dichten Stand der Dammplanke, eine an die andere, ist es endlich eine praktische Regel, dafs man die fünfte, sechste oder siebente Planke 2 bis 4 Schuh über die andern bereits vollkommen eingetriebenen hervorstehen läfst, und diese hervorstehende zuletzt eintreibt. Indem solche Planken nun oben breiter als unten sind, so wirken sie als Keile und pressen die übrigen zusammen. Endlich wird das Nachrammen dergestalt bewirkt, dafs wie gesagt, der Rammklotz immer auf zwey Spundplanken zugleich fällt, damit eine gleichförmige Pressung der Planken aneinander ent-entstehe und die Reibung in je einer Nuthe um die andere, nur überwunden werden darf. Wenn man diese letzte Regel beobachtet: so wird es selten nöthig seyn, die Einrammung nach der vierten Maxime, welche immer kostbar (wegen dem Verrücken der Rammen) ist, zu bewerkstelligen.

Bey den Gründungen der Kays oder Widerlager und Vorbetten der Schleusen, ziehen einige Bauführer, durch die Gurtungen und die Spundwand, auf 8 bis 12 Schuh Abstand, einen eisernen Bolzen, der vorne mit einem breiten Kopf, und hinten mit einer Schraube endigt, worauf die Mutter aufgeschraubt wird. Eine Vorsicht, die bey blofsen Fangedämmen gänzlich überflüssig ist.

§. 80. Zu den merkwürdigsten Fangedämmen, welche bis jetzt aufgeführt worden sind, mufs derjenige Fangedamm gezählt werden, den *Thunberg* bey *Carlscrona* errichtet hat, und dessen Bau von dem Ingenieur *Fellers* in dem Werke „Essai de batir sous l'eau“ beschrieben ist. Dieser Fangedamm, dessen Länge über 500 franz. Schuh betrug, wurde in einer Wassertiefe von 24 Schuh errichtet, um hinter dem-

selben einen Steindamm aufzuführen, der das Bassin, welches Kriegsschiffe aufnimmt, abschliessen sollte. Er erhielt eine parabolische Form, und gieng in die felsigten Ufer des Meeres hinein Vor dem Beginnen der Arbeit wurden, auf dem Eise, in der Richtung, die er erhalten sollte, auf zwey Schuh Abstand, sowohl der Länge als der Breite nach, Löcher gemacht, um die Tiefen genau zu messen. Die Beschaffenheit des Bodens wurde sorgfältig untersucht. Um jeden darauf liegenden Stein zu erkennen, bediente man sich einer unten mit Glas verschlossenen hölzernen Röhre, welche am untern Theil mit einer schweren Bleyplatte umlegt wurde, um sie auf den Grund zu bringen. Ehe man indessen den Bau des Fangedamms begann, wurde in die See hinein, auf hundert Schuh Abstand, ein aus 5 bis 6 Schuh tief eingerammten Pfählen *ab* Fig. XXI. Tab. 83. bestehendes, und mit Steinen beschwertes Gerüste *c*, errichtet, um die Wogen des Meers zu zertheilen; auf diese Weise bis zum Fangedamm Fig. XX. ein ruhiges Wasser zu bilden, um diesen darin desto besser errichten zu können. Jetzt wurde der Boden, worauf die Gründung des Fangedammes zu liegen kommen sollte, geebnet, indem man die Steine aus dem Wasser mittelst Hebezeuge heraus nahm und den Boden fest stampfte, nachdem die darin befindlichen Vertiefungen ausgefüllt waren.

Nach vollzogener Grundebnung wurde die Holzverbindung *db*, nach der für den Fangedamm bestimmten Form, von den aus Balken oder Tonnen bestandenen Flossen, in Abtheilungen, herunter gelassen. Zuerst wurde nämlich das Schwellwerk *kk* und *hh* gesenkt, zwischen welchen Steinkasten *A* gelagert wurden, um es auf den Grund festzuhalten. Hierauf legte man eine andere Holzfügung *bdc*, deren Vordertheil *b*, das Hintertheil *dc* und den Fuſs *B*, welcher aus einem mit Steinen gefüllten Kasten bestand, ausmachten. Ueber den Vordertheil *b* wurden die nach der Form des Dammes gekrümmten Balken *o* horizontal gelegt, worüber die in Fig. 24. gezeichneten Spundplanken *mn* hinabglitten, um mittelst den Rammen Fig. XIII. und dem Hange- oder Zwing-Gerüste *Add* oder *gfl* Fig. XX. in den Grund eingetrieben zu werden. War diese Spundwand geschlagen, so wurde das Gerüste *glf* weggenommen und vor der Spundwand *m* eine Erdmasse *i* geschüttet. Dieselbe ward in zwey Schuh hohen Lagen hinabgeworfen und mit einem platten Stein *a*, mittelst des Stämpfers *b*, fest gestampft.

Als der Fangedamm auf diese Weise vollendet, und die dahinter stehende Wassermasse bis auf eine Tiefe von 12½ Schuh unter der Oberfläche des Meeres ausgeschöpft war, brach derselbe in der Mitte, auf 215 Schuh, durch. Ohne Zweifel lag die Ursache dieses Unglücks darin: daſs, da das untere Gitterwerk *kk* Fig. XX. auf einen einige Schuh dicken Schlammgrund *rz* gelagert war, der Druck des Wassers und des Dammes eine ungleiche Pressung des Grundes bewirkte. War diese aber erfolgt, so muſste das Holzwerk sich auseinander geben und dasselbe brechen, welches auch geschah Indessen wurde ein neuer Fangedamm zur Ausführung des Bassins

für nothwendig erachtet, und die Regierung war klug und consequent genug, den Baumeister nicht zu ändern, welches in denjenigen Staaten, worin die ächten Kenntnisse wenig gelten und nur die Intrigue — nicht geschehen seyn würde.

Thunberg vermied, durch die Erfahrung belehrt, bey dem neuen Damm die horizontale Auflagerung der Holz- und Steinkisten auf den Grund, nachdem er den zerstörten Theil des alten Dammes hatte wegräumen lassen. Zuerst wurden in der Richtung des Fangedammes und in dessen Mittellinie, auf zehn Schuh Entfernung, die Pfähle *x* Fig. XIII. Tab. 83. vertical eingerammt; dann rammte man die Pfähle *b* unter ienem Winkel von 45 Grad, auf 5 bis 6¾ Schuh Abstand. Auf diesen Pfählen wurde ein Balken *a* horizontal gelegt; längs diesen — der dazu abgekantet war — rammte man den Pfahl *c*, unter einem Winkel von fünf und vierzig Grad ein, wozu das Zwinggerüste *d d*, welches mit einem Floſse *A* in Verbindung stand, gebraucht ward. Hierzu wurden auch Scheerentackel angewendet, mit welchen man das Zwingegerüste, je nach der Richtung des Pfahles, die der parabolischen Linie, wonach der Damm zu liegen kam, entsprechen muſste, hielt. Ueber diese Pfahlreihe *c c* Fig. XXII. wurden Queerbalken *e* gelegt, längs welchen Seitenwände, zwischen denen ein Boden kam — um den Zwischenraum mit Steinen anzufüllen — gemacht wurden. Nach dieser Construction wurde das Ganze auf die vordern Pfähle herunter gelassen; hierüber kamen wieder horizontale Hölzer und dann Rammpfähle *f*. Ueber diese abermals horizontale Hölzer, welche auf eine sehr sinnreiche Art mit langen mit Hacken versehenen Hölzern herunter gelassen, und mit Nägel befestiget wurden. Ueber diese rammte man endlich die Spundwand *g*, deren Fugung in Fig. 24 und 25. angezeigt ist, ein. Der untere und vordere Theil des Dammes wurde in *i*, Fig. XXII., mit Erde angeschüttet, die man fest stampfte.

So war nun der neue Fangedamm beendigt, der dem Andrange des Wassers vollkommen wiederstand. Nachdem das Wasserbecken hinter demselben, auf zwölf Schuh Tiefe, mit Paternosterwerken oder Pumpen ausgeschöpft war, wurde, auf 25 Schuh Abstand von diesem Damme, ein kleiner Fangedamm Fig. XXIII. errichtet, der gleichfalls eine Spundwand *g g* und eine Erdanschüttung *i* erhielt. Daſs vor dem Fangedamm ein Bockgerüste (Fig. XXI.) stand, um die Wogen zu zertheilen, ist bereits gleich anfangs erwähnt worden.

§. 81. Die zwey Methoden, welche bey Aufführung der Mauerwerke in dem von den bekannten und vorne beschriebenen Fangedämmen gebildeten Baubezirk oder in gezimmerten Kästen, statt finden, hat der Ingenieur *Tardif* in seiner „Nouvelle methode d'encaissement pour fonder facilement et solidement“ vereinigt. Nach diesem Vorschlage (siehe Tab. 89. Fig. 47.) wird eine Dammkiste auf dem Lande gezimmert, welche nicht nur den Baukörper oder das aufzuführende Werk umschlieſsen, sondern auch den äuſsern Theil von dessen Fundirung ausmachen soll. Begreiflich muſs ihre Construction, wenn man auf einen Schlamm- oder Sandgrund bauen will, dergestalt

eingerichtet seyn: 1) daſs der Kasten kein Wasser durchläſst, um in dem von ihm umschlossenen Raum das Mauerwerk aufzuführen; 2) daſs derselbe auch, je nachdem der Schlamm oder Sand unter ihm ausgebaggert wird, sich allmählig tiefer ins Wasser senkt. Die erste Bedingniſs wird erreicht, wenn der Kasten zwey wasserdichte Wände *a b* und *c d* Fig. 47. Tab. 89. und einen dichten Boden *a c* erhält. Der zweyten kann zum sichersten entsprochen werden, wenn der Boden *a c* schräge abläuft, und sich in der Spitze *a* endet, wo nur diese den Kasten trägt; folglich seine Einsenkung vor sich gehen kann, sobald man aus den Raum *a c e* den Sand weggefördert hat. Dieser Kasten oder diese Dammkiste, ist im Lichten 2 ½ Fuſs weit, und ihre Ständer *f b* und *c d* weichen um $\frac{1}{48}$ der Höhe von der Vertical-Linie ab. Vor sich hat sie eine aus zwey 2 ½ zölligen Planken verfertigte Plankenwand *i i* und *l l*. Wie aber diese letztere im innern des dieselbe umschlieſsenden Raumes befestiget, d. i. gehalten werden, dies zeigt Fig. 46. Diese Figur stellt nämlich die innere Wand der Hälfte von einer zu einem Brückenpfeiler (Fig. 45 und 49.) erforderlichen Dammkiste vor. Darin sieht man 1) den Durchschnitt *I* der Dammkiste von 1 bis 2. 2) Die Holzverbindung *II*, von *A* bis *J*, welche nicht nur die innere Wand von der gesammten Dammkiste bildet, sondern auch die Planken *k k* dieser Wand hält, und mittelst den Zugriegeln *l*, welche die Ständer *c d* umfassen, die zwey Hauptständer *c d* und *f b*, folglich auch den Körper der Dammkiste zusammen halten. Fig. 44. zeigt die innere Wand der den Brückenpfeiler umgebenden Dammkiste 1. 3. Fig. 49., die auf eine ähnliche Art construirt ist. Die äuſsere Wand besteht blos aus den Planken, welche auf die Ständer genagelt sind, und deren Fugen eben so, wie die Fugen der Wand *a c d* schräge gehen und calfatert seyn müssen, damit in die Dammkiste das Wasser nicht eindringe. Ist sie *bis zu einer gewissen Höhe* verfertigt, (denn man kann sie auch, wenn der untere Theil im Wasser und auf den Grund steht, noch erhöhen), so bringt man sie auf ein Balkenfloſs *m n* Fig. 48., schlägt vor ihrer äuſsern Wand Pfähle *p p*, senkt sie mittelst den Winden *o* in das Wasser, und fängt an, in der Kiste zu mauern. *) Dieser ihre Senkung muſs jedoch stets horizontal bewerkstelliget werden, welches zum leichtesten geschehen kann, wenn längs der äuſsern Wand leere Tonnen, mittelst Seile, die unten an dem Eisen *r a q* (Fig. 47.) **), und unterhalb dem Wasser, befestiget werden. So wie die Dammkiste auf den Grund steht, wird zuerst die Nähe derselben und so tief als möglich unter der Spitze *a*, vom Sande und Schlamme befreit, d. i., ausgehoben, jedoch auf allen Seiten gleichförmig tief, damit sie sich gleichförmig senke, So wie der Grund unter der Kiste weggenommen wird, muſs ihr Inneres auch ausgemauert werden, damit

*) Sowohl bey dieser 48sten Figur als in Fig. 47. ist das Holzwerk der innern Wand *II* nur zum Theil vorgestellt, und die Planken weggelassen. Man muſs daher die 44ste Figur mit zu Hülfe nehmen, um die Einrichtung genau kennen zu lernen.

**) Dieser Eisenbeschlag macht die Spitze der Dammkiste aus und geht durchaus.

dies Mauerwerk sie herabdrücke und das senken desto gewisser vor sich gehe. Wenn sie bis auf den festen Boden gesenkt ist, so wird vollends derjenige Raum, welchen sie umschliefst, vom sande befreyt und ausgeschöpft. Ist er wasserleer und geebnet: so führt man darin das Mauerwerk E Fig. 48. auf. Dasselbe könnte man aber, der gröfsern sicherheit wegen, auf sinkstücken oder einem Schwellroste legen. Ein Pfahlrost würde überflüssig seyn, nachdem schon vorausgesetzt ist, dafs die Dammkiste bis auf den festen Grund hinabgesenkt werden mufs.

Diese Methode wird in solchen Gewässern, wo der strom langsam fliefst, insonderheit zu Hafendämmen, wenn es an Faschinen fehlt, wenn also die bey dem Hafen von Lindau. S. 104. angewendete construction, welche ohne zweifel den vorzug vor den Baumethoden in Kasten und Fangedämmen verdient, nicht angewendet werden kann, zu empfehlen seyn, aber noch mehr zu Kay- und Festnngsmauern in stehendes Gewässer.

Tardif giebt noch eine Parallele der Kosten von dieser Bauart und der gewöhnlichen mit Fangedämmen, findet sie für die erstere geringer als für diese. Die wesentlichen vorzüge dieser Methode bestehen darin: dafs man mit derselben daselbst fundiren kann, wo wegen der grofsen Tiefe, die sonst bekannten Fangedämme, nicht mehr angewendet werden können.

§. 82. Den Fangedämmen hat man nun ehemals zu viel stärke gegeben und grofse summen darauf verwendet, denn die Furcht entsteht aus Mangel an eigener oder fremder Erfahrung. Da man aber in Friesland, Seeland und Nordholland seit vielen Jahrhunderten die Durchbrüche der Deiche mit herabgelassenen segeln verhindert hat, so bediente man sich wohl deswegen eines segeltuches zur Abhaltung des wassers beym Bau einer Schiffsdocke zu *Plymouth,* wie es *le sage* in seinem recueil de divers mémoires I. p. p. 105., zeigt. Man rammte 7 bis 8 zoll starke Pfähle auf 5 ½ Fufs Entfernung, 7 schuh unter dem stande der Fluth ein, liefs vor dieser Pfahlreihe fichtene zusammen gefügte Bretter hinab, und vor dieser Bretterwand befestigte man gethertes segeltuch, um das Eindringen des wassers zu verhindern, und schöpfte dann das wasser aus der Baugrube mit zwey schaufelwerken; eine Methode, die nachgeahmt zu werden verdient.

§. 83. Nach welcher Methode nun auch der Ingenieur die Fangedämme einzurichten für gut findet, so wird er sich doch, wo möglich, für ihren Gebrauch hüten, und andere Gründungen, bey denen er dieselben entbehren kann, dem Bau mit Fangedämmen vorziehen, weil sie nicht nur selbst viel Geld und zeit kosten, sondern auch das Ausschöpfen des wassers aus den Baugruben grofse Summen erfordert, und durch die Anschwellung der Gewässer gehindert werden kann.

DRITTES KAPITEL.

Von den Hauptrücksichten, welche bey Anlegnng der Fundamente oder Fundirungen, bey Wasserbauwerken, insbesondere aber bey Wehren und Schleusen, eintreten, und von der Aufführung der Mauern.

§. 84.

Da ich in der Folge das Specielle des Baues der Schleusen vortrage, so werde ich hier nur im Allgemeinen die zu Fundirungen erforderlichen Maximen ausstellen. Wenn wir nämlich auf das vorhergehende Kapitel einen Rückblick werfen, so entsteht die Ueberzeugung: daſs es dreyerley Arten von Fundirungen giebt, nämlich Fundamente 1) auf guten und durchaus festen Baugrund, 2) auf mittelmäſsigen Boden, 3) auf schlechten oder unsichern Boden.

§. 85. Auf einen durchaus festen Grunde können Gebäude aller Art, ohne eines künstlichen *Schwell-* oder *Pfahlrostes* angelegt werden, wenn man die untern Steinlagen aus groſsen Steinen bestehen läſst, und dieselben, zur Vorsicht, auf Bretter oder Planken legt. *) Folgende Bauwerke dienen diesem Satze zum Beweise, nämlich die Kirche *St. Génévieve zu Paris,* welche auf einen festen Sandboden erbauet ist. 2) Die Magdalenen Kirche daselbst und andere Bauwerke, die ich in der Folge erwähnen werde. Bey der Kirche St. Génévieve lieſs *Suflot* (ihr Erbauer), in den lockern Stellen tiefe Schächte bis auf den festen Sandboden graben, und dieselben mit Bruchsteinen ausmauern. Eine Vorsicht, die auf ähnliches Local auch bey Schleusen nothwendig ist. Beym Fundamente wurden zur gröſseren Festigkeit der Pfeiler einige derselben mittelst eines verkehrten Gewölbes verbunden. Auch dieses läſst sich bey Schleusen anbringen, und man hat es bey der Schiffsdocke zu Toulon mit dem beſsten Erfolge

*) Ein *Schwell-Balken-* oder *liegender Rost* (Tab. 70 u. Tab. 102. Fig. I.) besteht aus Längen und Queerschwellen (*Rostschwellen*), welche dergestalt auf einen vollkommen horizontal geebneten (künstlichen oder natürlichen) Boden übereinander gelegt werden, daſs sie einen Rost oder ein Gitterwerk, dessen Oeffnungen einen bis sechs Schuh in Lichten betragen, bilden. Zuweilen erhalten die Schwellen gleiche Gröſse, wenn man nämlich dieselben nach Diagonalen legt, wie Fig. 1. Tab. 70. dies deutlich macht. Die Felder eines solchen Rostes werden entweder mit Thon ausgestampft, oder mit Ziegelgraus, Kieseln und lebendigen Kalch ausgefüllt, oder besser mit Ziegeln oder Bruchsteinen ausgemauert. Liegt ein solches Gitterwerk auf *Grundpfählen*, die dann *Rostpfähle* heiſsen, so nennt man das Ganze einen *Pfahl-* und *Schwellrost*, welches in Fig. III. Tab. 78. Tab. 102. Fig. 1. deutlich dargestellt ist. Darauf kommen drey bis vier zöllige Planken zu liegen, welche *Rostplanken* heiſsen.

angewendet. S. Tab. 60. Die Bauart mit *verkehrten-Gewölben* war übrigens schon bey den *Römern* im Gebrauch, wie dies die Fundamente der *Engelsburg* in *Rom* und mehrere Gebäude des Alterthums beweisen!

§. 86. Der Bau mit *Ausgemauerten-Schächten* ist von de *L'orme* in seiner Architectur Tom. I. pag. 46. von *Alberti*, *Patte* und *Blondel* empfohlen. *Alberti* verbindet mit demselben die umgekehrten auf den natürlichen Boden sich stützenden Gewölbe, die jedoch Suflot bey der Kirche zu St. Génévieve auf eine Mauer selbst mit ihrem Mittelpunkt gelegt hat. Alle diese Baumeister wollen aber solche isolirten Pfeiler bis auf den festen Grund mauern (Patte Memoires p. 125.), und da, wo ein schlechter oder wässerichter Grund ist, soll man sie auf einen Pfahlrost lagern. Diese Regel ist der Natur der Sache angemessen! Ein gemauerter Pfeiler, — welches denn doch ein ausgemauerter Schacht ist, wenn man ihn auch wie eine runde Brunnenmauer auf eine Holzschwelle aufführt; das ist, wenn man ihn allmählig, je nachdem das Gemäuer emporragt, durch Wegnahme der unterhalb der runden Schwelle liegenden Erdreichs hinabsenkt, und im Innern mit kleinen und großen Steinen, so wie mit Mörtel ausfüllt — bedarf doch eines sichern Fundamentes. Die Bauart mit Ausgemauerten-Schachten hat in Frankreich der Ingenieur *le Goup*, durch dessen Memoire sur les travaux des constructions hydrauliques (1802) zu verbreiten gesucht.

Nach ihm soll sie vorzüglich in Indien im Gebrauch seyn. Er will diese Senkpfeiler auch bis auf einen festen Grund gehen lassen, dann er meynt, man könne sich bey dieser Baumethode von dem Daseyn des festen Grundes mittelst den Händen selbst überzeugen. Die Ziegel zum Rande sollen 14 Zoll lang, sechs Zoll breit und zwey Zoll dick, aber keilförmig seyn, und der Senkschacht könne drey Schuh im Lichten weit gemacht werden.

Das Absenken eines solchen Gemäuers geschieht nach der in Italien, dem südlichen Deutschland und am Rhein bekannten Methode. Es wird nämlich ein aus eichenen zwey Zoll dicken Brettern *a b*, die aufeinander befestigt werden, bestehender runder im Lichten 4 Fuſs weiter Kranz Fig. 26 u. 28. Tab. 89. gemacht. Derselbe wird in ein 4 bis 6 Schuh tief gemachtes Loch *e e*, dessen Durchmesser zwey Schuh gröſser als der Kranz seyn kann, gesenkt. Hierauf wird eine Mauer *c d* Fig. 27. aufgeführt, welche man, wenn sie aus der Grube hervorragt, mit dünnen Brettern *f f* Fig. 28. umlegt. Dieselben werden mit einem oder zwey eisernen Reifen *g h*, zwischen welchen und den Brettern hie nnd da ein Keil gesteckt wird, umlegt. Jetzt steigt ein Mann in den 4 Fuſs weiten Schacht *c c* hinab, untergräbt den runden Kranz 1½ bis 3 Schuh, bringt die Erde in ein Kübel, welches hinauf gezogen wird, so daſs dies angefangene Gemäuer so tief hinab senkt. Nach erfolgter Senkung werden die Keile aus den Reifen geschlagen, diese so wie die Bretter abgenommen, die Mauerarbeit fortgesetzt und abermals, wenn das Gemäuer wieder 6 Schuh höher gemacht ist, die Reifen umgelegt u. s. w. verfahren, bis das Gemäuer auf dem festen

Boden liegt. Alsdann läſst man einen 2 bis 4 Zoll dicken Plankenboden 2. Fig. 26. in den Schacht hinab und schüttet darauf guten Mörtel und Mauerschutt, auch kleine Bruchsteine und führt dann darauf eine solche Guſsmauer in den Senkschacht auf. Bey des Senkpfeilers Mauerung, so wie bey der Ausfüllung des Schachtes, mag der Bedacht dahin genommen werden, daſs man das Gemäuer nicht so schnell hintereinander aufführe, so daſs der Mörtel keine Zeit hat gehörig anzuziehen. Zum beſsten ist es, wenn die runde Schachtmauer etwas austrocknet, ehe man sie senkt. Dazu muſs man sich eines guten Cementes oder Traſsmörtels und gut ausgebrannter Ziegel bedienen. Wo sich Quellwasser einstellt, muſs man dasselbe mittelst einer Pumpe oder eines Paternosterwerkes aus den Schacht schöpfen. Die Mauerausfüllung desselben kann aber auch im Wasser geschehen, wo man dasselbe dadurch hinauf und aus dem Schacht treibt.

§. 87. Da, wo das Erdreich viel Wasser durchläſst, und Spundwände nothwendig werden, um das Seitenwasser vom innern Körper des Bauwerkes abzuhalten, dürfte man sich der Senkpfeiler schwerlich bedienen können, weil alsdann ein fester Grund nur durch Einrammung von Grundpfählen, und zugleich durch Anfüllung von Steinen und Mörtel oder Steinstücken zu erhalten ist. Auf einem nachgebenden Boden würde aber der Senkpfeiler sich ungleich und tief senken; auch da, wo fliessendes Wasser längs den Schächten hinstreicht, ist derselbe nicht anzurathen. Dergleichen Senkschächte sind daher wohl nur in einem mittelmäſsig festen Boden in Anwendung zu bringen. Bey Schleusen müſste man dieselben, etwa dem Boden gleich, aufführen und mit umgekehrten Gewölben, je zwey solche Pfeiler verbinden. Unter den neuesten Schriftstellern hat *Gilly* diese Bauart in seiner Schrift: über die Erbauung der Gebäude auf gemauerte Brunnen, 1804, in Quart, 30 Seiten, zuerst in Deutschland wieder in Anregung gebracht, und den Bemühungen, welche der Herr *George* in Berlin, beym Bau einiger Gebäude anwendete, indem er dieselben auf solche Senkpfeiler errichtete, die gebührende Gerechtigkeit wiederfahren lassen. Nach *Gilly* kommt diesem in Deutschland diese Erfindung zu, und es ist billig, daſs davon auch hier Erwähnung geschieht, da die deutschen Schriftsteller nur selten ihren Landsleuten Gerechtigkeit wiederfahren lassen *).

*) Es geht uns Deutschen mit mehreren nützlichen Erfindungen so. Wir sind stets geneigt dieselben den Franzosen oder Engländern zuzuschreiben, während wir sie entweder bey uns oder doch in benachbarten Ländern mit Nutzen angewendet finden. Seit einiger Zeit hat man nämlich viel in Deutschland über den Landhäuserbau mit Erde geschrieben und denselben für eine Erfindung der Franzosen ausgegeben. In Mähren, insbesondere oberhalb und unter Gödingen, an dem Marchflusse, ist derselbe aber bey den Croaten und Slawacken ganz einheimisch, und man trifft dort ganze und eine zahllose Menge Dörfer an, deren Häuser von Erdwänden erbauet sind. Man bedient sich dort zu dieser Bauart, auf die einfachste Art, der schwarzen mit Sand vermischten Moorerde oder der fetten Garten-Teich-Erde und des Fluſsschlammes, welches sie mit 1/3 sehr feinen scharfen Sande mischen, Diese, während des Baues, etwas angefeuchte Masse wird steinhart, nachdem sie lagenweise zwischen zwey Bretterwänden, die

§. 88. Daſs auf einem festen Grunde, selbst ohne Schwellroste, schwere Gebäude aufgeführt werden können, beweiſst die Kirche de la *Magdalaine* zu *Paris*. Sie ist auf eine 4 ½ Schuh dicke feste Erdschichte aufgemauert. Der Baumeister *Contant* zog dieselbe einem Lager von grobem Sand vor, wo man doch über diesen letztern die nicht weit davon stehenden *Gardes-Meubles* erbauete. Auf der Schichte des natürlich gewachsenen Bodens wurde ein 32 Zoll hohes Lager von Werkstücken, die man mit eisernen Klammern untereinander verband, gelegt. Eine Methode, die der beym Leuchtthurm von Edystone mit steinernen Dollen, weit nachsteht. Auch die Parochial-Kirche zu *St. Germain en Laie* wurde ohne Rost und nur auf ein festes Sandlager, das sich zu einer Tiefe von neun Schuh fand, erbauet. Unten legte man groſse Werkstücke und führte dann ein Gemäuer von Bruchsteinen auf. Auf die nämliche Weise ist auch der *Quay de l'Horloge* zu *Paris* Tab. 67. gegründet worden.

§. 89. Unter den Schleusen, die ohne Rost auf den natürlichen Boden angelegt sind, ist die Stauschleuse zu *Cherbourg* (T. 94. F. 9) die gröſste. Ihr Fundament wurde im Jahre 1736 folgendermaſsen gelegt. Nachdem die Baugrube mit einer dreyſsig Schuh dicken Abdammung umgeben war, auf deren äuſseren Böschung Verzäunungen gemacht sind, zwischen denen Steine geworfen wurden, damit der Damm den Anfällen der Seewogen Widerstand leisten konnte: so wurde dieser Bauplatz 16 Schuh tief ausgegraben. Nicht weit davon wurde ein Bassin zur Aufnehmung des von den Schöpfmaschinen aufgeförderten Wassers angelegt, welches ein Ziehschütz erhielt, wodurch das Wasser, während der Ebbe, abfloſs. Um die groſse, stündlich 180 Cubik-Klafter betragende Wassermasse 16 Schuh hoch zu gewältigen, wurden fünf Maschinen mit senkrecht hangenden Eimern, vier Schaufelwerke und einige Pumpen errichtet. Die letzteren wurden jedoch des vielen Quellsandes wegen, der sie verstopfte, nur kurze Zeit gebraucht. Wiewohl der 16 Schuh unter der Ebbe liegende Boden für feste genug gehalten wurde, um die 32′ dicken und 25 Schuh hohen Schleusenmauern zu tragen,

man durch Stangen, welche mit Seile gebunden werden, zusammen hält, gestampft ist. Sind die vertical aufgeführten zwey Schuh dicken Wände fertig, und mit einem eisernen scharfen Grabscheit die Unebenheiten abgestochen: so werden die Fensteröffnungen aus dieser Masse herausgeschnitten und mit Ziegel gemauert. Solche Moorerde oder die Erde mit scharfen Sand vermischt, heiſst croatisch *Czerny pisek* (schwarzer Sand). Sollte man nicht auf die Vermuthung gerathen, daſs diese Bauart originel croatisch ist: denn in Frankreich wird sie pisé genannt; und wir Deutsche sind so gefällig sie mit Pisé-Bau zu bezeichnen! Warum wollen wir sie nicht den *Erd-Bau* nennen? Der feine schwarze Sand macht, daſs solche Wände ganz trocken sind und keine Feuchtigkeit oder Nässe einziehen und die Erde bewirkt die Consistenz. Lehm und gelblichter Thon taugt aber nicht, weil die davon gemachten Wände springen, die Feuchtigkeit einziehen und Ungeziefer beherbergen. Die von schwarzer Moorerde (wenn solche auch Vegetabilien enthält) gemachten Wände werden sodann, wenn sie Anfangs Frühlings gemacht sind, erst im August mit Mörtel beworfen und geweiſst, damit sie recht austrocknen. Solche Häuser stehn 150 Jahre und kosten eine Kleinigkeit, während die ausgetrockneten Lehm-, Ziegeln und Patzen und von Lehm gemachten Wellerwände in 30 Jahren verfallen. Ich würde diesen Erd- oder schwarzen Sandbau zu den kleinen Wohnungen für Schleusenwärter und Wehrmeister bestimmen.

so rammte man dennoch, zur Abhaltung des Quellwassers, vor und oberhalb der Schleuse, eine Spundwand. Jetzt ward zur Gründung der Seitenmauer eine Schicht grosser Bruch- und Feldsteine, zu der des Schleusenbodens eine Lage 18 Zoll hoher Werkstücke gelegt, und zwar alles in guten Mörtel. Ueber diese Schicht führte man noch ein fünf Schuh hohes Mauerwerk zum Boden der Schleuse auf, woran der obere einen Schuh dicke Theil mit Wassermörtel gelegt wurde. Das Schwellwerk bey den Thoren besteht aus grofsen Steinen, die nach Kreisbögen geschnitten und untereinander mit eisernen, in Bley gegossenen Klammern befestigt sind.

Von den Seeschleusen ist mir nun keine zweyte bekannt, die ohne einen Schwellrost fundirt wäre, und wie mancherley Ausbesserungen bey der ohne Schwellrost erbauten Schiffsdocke zu *Ramsgate* vorgefallen sind, haben wir schon S. 61. gesehen.

§. 90. Von den Canalschleusen sind auf folgenden Canälen die mehresten Schleusen ohne einen Schwellrost erbaut: nämlich auf den Canälen von *Languedoc*, *Charollois*, *Bourgogne*, *Trollhätta*; auf einigen Canälen in England, *auf dem kleinen oesterreichischen Canal*, so wie auf dem bey *St. Quentin* und dem neuen *Nord-Canal* zwischen dem Rhein und der Maas. Das Wesentlichste von der Anlage der Fundamente dieser Schleusen besteht, meines Wissens, in folgendem: 1) die mehresten Schleusen des Canals von Languedoc Tab. 77. Fig. II. haben ein aus sehr harten Bruchsteinen und Werkstücken — die Basalte sind — bestehendes Fundament, welches nicht mit Spundwänden umgeben ist. Zum Mörtel ist Puzzolane von *Civita-Vechia* und Kalch genommen. Dieses Fundament reicht 4 ¾ Schuh unter die Sohle des Canals, und der Schleusenboden steigt einen Schuh darüber. Die Verbindung derer die zwo Schleusendrempel formirenden Steine ist nachahmungswerth: denn sie machen Keilstücke, deren Form eine Verschiebung nicht zuläfst. Einige von diesen Schleusen wurden bald nach ihrer Erbauung schadhaft und mufsten umgebauet werden. Als Ursache hievon giebt man die schlechten Baumaterialien und den hohen Fall der Schleusen an. Es ist aber wahrscheinlich, dafs der Mangel an Spundwänden die vorzüglichste, wo nicht die einzige Ursache gewesen sey.

§. 91. *Perronet* hat die Schleusen auf dem Canal von *Bourgogne* (Tab. 77. Fig. 3. 4. und 5.) folgendermafsen fundirt: Nachdem an dem obern und untern Ende der Seitenwände *b P* zwischen zwo Zwingen zwey Reihen Spundplanken von 9 Fufs Länge, 8 bis 9 Zoll Breite und 4 Zoll Dicke eingeschlagen waren, so wurde das Mauerwerk, wie es in den citirten Figuren andedeutet ist, aufgeführt. Dessen erste Lage kam 7 Schuh unter der Sohle der untern Canalhaltung zu liegen. Es erhielt eine Höhe oder Dicke von vier Schuh. Unter der Schleusenkammer besteht dasselbe aus zwey Lagen Bruchsteinen zu zwey Fufs Höhe, in guten Mörtel und Cement gelegt. Darüber und vor der so aufgeführten Fallmauer ward eine zwey Schuh dicke Thonlage *L* Fig. 3. gestampft, um das Durchdringen des Wassers zu verhindern. Zum Boden

der schleuse wurde, über der Thonwand hin, ein zwey schuh dickes umgekehrtes ziegelgewölbe, in cement, mit Roll-Lagen gemauert. In demselben brachte man sieben ganze und zwey halbe Gurtungen von Quadern an. Dieses Gewölbe wurde mit den widerlags-steinen *f f* geschlossen. Es sollte dem etwa aufquellenden wasser den Eintritt in die schleuse versagen, wozu die Thonwand gleichfalls sehr zweckmäfsig war; und dann sollte die Aufhebung desselben von der gewählten Form unmöglich gemacht werden. Der obere Theil des schleusenbodens, bis zur Fallmauer, besteht aus grofsen keilförmig zugehauenen werkstücken Fig. 18, die eine verschiebung gänzlich verhindern. Da oftmals die schleusenböden von dem wasser, am ober- oder unterhaupte der Kammer unterwaschen werden, wenn es an sturzbetten fehlt, so legte *Perronet* hier ein Faschinenwerk an, bedeckte dasselbe mit einem liegenden Rost, der am Ende auf einer Reihe Pfähle ruhete. In dem zwischenraum wurden 5 Fuſs lange Pfähle durch das Faschinenwerk geschlagen, um welche man verzäunungen machte, deren Felder regelmäfsig gepflastert wurden. Alle diese Arbeiten sind, so wie die gesammten dortigen schleusen und Brücken dieses angefangenen Canals mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit gemacht und das Materiale ist vortrefflich. Ich habe einige zwanzig fertige schleusen im Jahr 1800 gesehen und eine wie die andere gearbeitet gefunden.

§. 92. Der zweyte durch *Bourgogne* gehende Canal, das ist der canal von *Charollois*, hat gleichfalls schleusen ohne einen schwellrost, ja selbst die spundwände fehlen denselben, Tab. 81. Fig. 6. 14. und 15. Der General-Inspector *Gauthey* hat diese Schleusen auf den natürlichen sehr festen Boden blofs mit Bruchsteinen in Loriotschen Mörtel gelegt, fundirt. Der Boden von den schleusenkammern ist nur zwey schuh dick, und das Bruchstein-Mauerwerk des unter- und oberhauptes geht zwey schuh tiefer, als das der schleusen-Kammer. Da diese mittelst zwey verticaler schächte *f d* gefüllt wird, so hat man unter den obern schächten, in der Fallmauer, ein Gewölbe *e* von werkstücken angelegt.

§. 93. Noch leichter als an diesen schleusen ist der Boden mancher schleuse in *England* gemacht. Bey einigen der Englischen Canalschleusen Fig. 8. Tab. 81. besteht der Boden aus einen schuh dicken werkstücken, die ein verkehrtes Gewölbe bilden. Bey andern schleusen (Fig. 10.) ist dasselbe von ziegeln gemauert. Begreiflich kann diese Bauart nur eine geringe Dauer versprechen, zumal wenn die ziegel nicht gut gebrannt sind und nur ordinairer wohl gar schlechter Kalch zum Mörtel gebraucht wird. Ich kenne dergleichen mit schlechtem Materiale erbaute Canalschleusen in Deutschland, die nicht sechs Jahr gestanden haben, ohne dafs ihre Mauern übergewichen wären.

Weit vorsichtiger als in England hat man einige schleusen am canal von *Trollhätta* erbauet, denn der Boden besteht aus einer 8 bis 10 Fuſs dicken ziegelmauer, die zum Theil auf Felsen liegt, welche wahrscheinlich aus einem klüftigen Gestein

bestehen. Die obern sechs Schleusen sind vollkommen im Felsen ausgesprengt und gehauen. Man sehe Tab. 92., die zum dritten Bande gehört.

§. 94. *Die Gründung auf mittelmäſsigen Boden* sollte niemals ohne einen Schwellrost geschehen, wenn man gleich auf den Boden ein Bett von Mauerschutt geschüttet, dasselbe recht tüchtig zusammengestampft und einen Guſs von Traſs, Pozzolan oder wasserdichten Mörtel-cement oder auch Hammerschlag und Schlacken, darauf geworfen hat. Es kann nämlich ein auf solchen Boden aufgeführtes Bauwerk sich senken, das ist, den Grund zusammendrücken, ja sogar ungleich, wenn die Last nicht auf der ganzen Oberfläche gleichförmig vertheilt ist. In solchem Boden viele Grundpfähle einzurammen, kann öfters den Erfolg haben, daſs dieselben wegen der groſsen Elasticität des Erdreichs, welche Thon und Lehm u. s. w. hat, wieder aufzusteigen streben, und nur auf eine geringe Tiefe eingerammt werden, wenn man bey dem Einrammen nicht sorgfältig verfährt; mithin ist ein Schwellrost besser als ein damit verbundener Pfahlgrund. Nach diesen Grundsätzen hat Blondel die groſse Seilspinnerey bey *Rochefort* nur auf einen Schwellrost, nicht aber auf einen Pfahlgrund gebauet. Der Baugrund bestand an der Oberfläche zwey Schuh tief aus Rasen und schwarzer Erde, darunter lag eine 10 bis 12 Schuh dicke Lehmschichte, die je tiefer, desto weicher wurde, und endlich in Schlamm endigte. Da nun der so gestaltete Boden bis zu einer zu groſsen Tiefe hinabging, um Pfähle darin *zum stehen* zu bringen und die Lehmschichte nicht sehr tief sinken konnte, so beschloſs *Blondel*: die Last auf den Boden so viel als möglich gleichförmig durch einen *liegenden Rost* zu vertheilen und so den Rost stark zu machen, daſs diejenigen Felder, welche nicht wie andere, mit einer Mauer, beschwert werden, sich nicht aufbiegen konnten. Der Rost wurde drey Schuh tief in den Lehmboden gesenkt. Die Queer- und Längenschwellen waren 10 zu 11 Zoll stark, und wurden auf 11 Zoll Abstand gelegt. Auf dieses Gitterwerk wurde ein 4 Zoll dicker Plankenboden genagelt, worauf die Bruchstein-Mauer errichtet ward.

§. 95. Bey der Gründung der Brücke von *Xaintes*, über dem Charente-Fluſs, verfuhr *Blondel* folgendermaſsen. Er sagt in seinem Cours d'Architecture: „Im Jahr 1665 schloſs ich den sogenannten Bezirk der Gründung in eine Abdammung ein, um das Wasser unter den alten Bogen des ältern Theils dieser Brücke durchlaufen zu lassen. Ich sah, daſs man die verdorbenen Theile auf Grundpfähle errichtet hatte, wovon viele meistens durch die Pressung des Lehms, zurückgetrieben worden waren, und zwar so ungleich, daſs einige um mehr als einen Schuh auſser dem Niveau standen, welches den Ruin der Pfähle und der Brücke nach sich gezogen hatte. — Was das Terrain betrifft, so war unter einem Fuſs Schlamm ein Grund von festem Lehm, so tief, daſs ich das Ende davon nicht finden konnte, obgleich die Sonden in Form eines groſsen Bohrers, bis zu 60 Fuſs Tiefe gingen. Ich lieſs ungefähr 7 Fuſs unter dem Wasser graben, im ganzen Umfange der Länge der Brücke und

nach der dem Grund zugehenden Breite. Darauf setzte ich einen starken Schwellrost von eichnen Schwellen, 12 bis 14 Zoll dick, auf 14 Zoll Abstand, mit Schwalbenschwänzen; nicht nur auf die Breite der Pfahlgründung, sondern auch auf den ganzen zwischen den Pfählen befindlichen Raum und zwar auf eine Breite von etwa 30 Fuſs. Ich lieſs die Bänke des Rostes mit Stein ausfüllen, welche mit Mörtel von ungelöschten Kalch verbunden wurden. Den Rost bedeckte ich mit einer starken eichenen Bohlenlage von 5 bis 6 Zoll dicke. Hierauf setzte ich einen Körper von gutem Mauerwerk von 5 Fuſs Höhe auf den ganzen Umfang des Werks, damit es Festigkeit erhielt. Sorgfältig sah ich darauf, daſs die Arbeit gleichförmig fortgesetzt ward; die Seiten, Ecken und Queerstücke der Mauer von groſsen Steinen mit langen gespitzten und wohl verbundenen Enden, gemacht wurden. Auf dieses Mauerwerk, welches wenig unter dem gewöhnlichen Grund des Flusses zu liegen kam, errichtete ich die Pfeiler, die für das erste Jahr nur bis zur Höhe der Kämpfer construirt wurden. So wollte ich sie den ganzen Winter hindurch lassen, damit sie Zeit haben sollten die gehörige Festigkeit zu bekommen." Eine in der That gute Vorsicht.

§. 96. *Régemortes* hat die Brücke zu *Moulines* auf einen liegenden Rost, der gleichfalls über das ganze Bett des Flusses geht, und von zwo Spundwänden eingefaſst ist, gegründet.

§. 97. Von den Seebauwerken ist unter andern der obere Theil von den Hafendämmen bey *Toulon* auf einen liegenden Balken-Rost erbauet, und ich habe davon bereits Seite 114 das wissenswerthe beygebracht. Hier wäre allerdinds ein Pfahlgrund zweckmäſsiger gewesen; aber derselbe lieſs sich, durch die eingeworfenen Steine, nicht einrammen. In dieser Hinsicht ist daher eine Faschinengründung, wie ich beym Hafendamm von Lindau (S. 104) angewendet habe, allen Steinschüttungen vorzuziehn.

§. 98. Folgende Schleusen sind die merkwürdigsten von denen, die auf einen Schwell- oder Balken-Rost erbauet wurden. 1) Die Schleuse *de la communication* (die Verbindungs-Schleuse) *hat einen Schwellrost* Tab. 79. Fig. 2. erhalten, dessen Felder 5 ¾ Quadrat-Schuh groſs sind, und der mit einer Spundwand umgeben ist. Er ist aber nicht so gelegt worden, wie man sonst die Schwellroste legte, das ist, in der Länge und Queere der Schleuse, sondern nach Diagonalen. Der Zwischenraum wurde mit Kleyerde und Ziegelgraus gefüllt und ausgestampft oder ausgemauert. Hierauf ward der vierzöllige Plankenboden 8. 9. Fig. 3. gelegt, worauf dann erst die Werkstücke zu liegen kemen, Fig. 8. 9. und 10. Tab. 71. Dieser 6 ½ Fuſs dicke steinerne Boden hat in allen Rücksichten eine treffliche Verbindung. Es sind nämlich, wie ich dieſs in der Folge beschreiben werde, die Steinschichten weder horizontal noch vertical fortlaufend, sondern zwey oder drey Steine sind 9 Zoll tiefer als die daran stoſsenden gelegt. Nach der Queere macht die obere Steinlage ein verkehrtes Gewölbe Fig. 11. und 12., weil die Steine keilförmig geschnitten sind, wie die Citir-

ten Figuren es deutlich zeigen. Bey aller dieser vorsicht hat jedoch das Erdreich und diese Fundirung dem Drucke der seitenwände nicht vollkommen widerstanden. Es hatten sich, während des Baues, diese schleusenwände einen schuh tief gesetzt, das heifst, ihr Fundament so viel herunter gedrückt. So wie dieses geschah, hob sich auch der schleusenboden in der Mitte. Man war daher genöthigt, in der schleuse selbst einen hölzernen Kasten (Fig. 9.) zu errichten, denselben mit steine zu füllen, und ihn ein volles Jahr so beschwert stehen zu lassen. Dessen Last hatte über die seitenmauern die uebermacht und bog den schleusenboden gleichfalls einen schuh tiefer, so dafs derselbe sich den seitenwänden gleich tief setzte. Nachdem auf diese weise das Erdreich zusammengeprefst war, wurden die steine, so wie der Kasten weggenommen. Nach der zeit ist aber ein weiteres setzen der schleuse nicht verspürt worden. 2) Dieser construction ähnlich hat man auch die schleuse *de la barre* zu *Havre* erbauet und darin gleichfalls einen steinkasten, den ich in der vollendeten schleuse gesehen habe, ein Jahr lang gesetzt. 3) Von den canalschleusen sind diejenigen, welche auf den canal des *Herzogs von Bridgewater* Fig. 1. und 2. Tab. 81. erbauet sind, und die eine Länge von 96 Fufs, eine weite von 16 und acht Fufs Fall haben, die gröfsten auf einem schwellroste erbaueten schleusen. Die Queerschwellen liegen daselbst auf den Längenschwellen, welches ein Fehler ist, auf 3 Fufs Abstand. Die Decke besteht aus doppelten Plankenlagen, welche nach der Länge der schleuse aufgenagelt sind. Die mehresten von den schleusen dieses canals haben jedoch auch einen Pfahlgrund. 4) Die auf dem canal zwischen *oxford* und *Lichtfield* liegenden schleusen, Fig. 3., 4. und 5. Tab. 81. sind 80 Fufs lang und 7 Fufs, 3 Zoll weit und haben 6 bis 9 Fufs Fall. Die mehresten von diesen schleusen haben einen zweyfach mit Planken belegten *schwellrost*, aber nicht einen Pfahlgrund!

Anstatt einen horizontalen Rost fest auf den Boden und im Trockenen zu legen, baut man auch in Kästen, deren Boden den Rost selbst formiren. Auf diese weise ist die spühlschleuse zu *Dieppe* Fig. VII. Tab. 79. in einem Kasten *x* erbaut, dessen aus aneinander stossenden Balken bestehender Boden die erste Gründung der schleuse formirte. So wie es nun bey der wahl eines *liegenden Rostes* darauf ankommt, dafs der Boden eine solche Dichtigkeit erhalte, damit er unter der Last der schleusenwände nicht sinke, so hat die Erfahrung bewiesen, dafs dem Erdreiche zu Dieppe diese Eigenschaft fehle: denn die schleuse ist eingestürzt. Es gebietet daher oftmals die Natur des Bodens, den Kasten auf Pfähle zu seszen, welche unter wasser horizontal abgesägt werden, wie dies bey der Brücke von *saumur* und den neuesten in *Paris* erbaueten Brücken, geschehen ist. Um diese Haupt-Rammpfähle schlage man aber eine spundwand, oder zwischen denselben Nebenpfähle, damit die in dem von den Pfählen gebildeten Raum eingeworfenen Materialien nicht herausgewaschen werden. Hat der strom über zwey Schuh Geschwindigkeit, so mag man vor den Rammpfählen einen Faschinenbau anlegen, und denselben mit steinen und wassermörtel und mit

grofsen steinblöcken (auch wohl zwischen Fachwerke) regelmäfsig bedecken. In reissenden strömen wird überdies die oberfläche mit dreyzolligen Planken bedeckt.

Das gröfste in einem Kasten aufgeführte Bauwerk ist die schiffsdocke zu *Toulon* Tab. 60. Wie diese construirt ward, und welche vorsicht dabey angewendet wurde, dies ist bereits seite 158. u. s. w. hinreichend gezeigt. Unter den Brücken, deren Pfeiler in auf Grundpfählen gesetzten Kästen erbaut sind, nennt man folgende als die vorzüglichsten: 1) die *Westmünster-Brücke*, 2) die *Blackfriars-Brücke*, beyde zu London, 3) die Brücke zu Saumur, und 4) die Brückenpfeiler der Austerlitz-Brücke zu Paris.

§. 99. Die dritte Art von Fundirungen, bey welcher auf den eingerammten Pfählen, Längen und Queerschwellen gelegt werden (siehe Fig. 1. Tab. 102.), heifst der Bau mit einem *Pfahl-* und *Schwellrost*. Er wird bey solchem Baugrunde angewendet, dem der Ingenieur die zur Tragung des Baukörpers erforderliche Festigkeit, wenn auch darauf ein schwellrost gelegt würde, nicht zutrauen kann, oder den er vermittelst der eingerammten Pfähle gegen die Angriffe des stromes zu beschützen hat. In dieser Hinsicht haben die mehresten Wehr und Brückenpfeiler, so wie die Brückenwiderlager, einen Pfahl- und schwellrost erhalten. In der That ist derselbe auch dem Bau der Kästen weit vorzuziehen, und ich habe ihn bey allen einigermassen wichtigen Bauten angewendet.

Da ich die Errichtung der eigentlichen *Pfahlroste* später abhandle, und davon beym Brückenbau (im dritten Bande dieses Werkes) noch Manches vorzutragen willens bin, so wird es nützlich seyn: hier dasjenige von dem Einrammen der Pfähle anzuführen, was bey den *Pfahlfundirungen* schwerer oder dem Angriffe des Wassers ausgesetzten Gebäuden zn befolgen nothwendig ist. Ja der unsichere oder schlechte mit wasser geschwängerte lockere Grund erfordert fast zu allen grofsen Bauwerken, und insonderheit zu schleusen und Brücken, einen *Pfahlgrund*, d. i. *eine Gründung mit Pfählen*, wobey ich bemerke, dafs diejenigen Pfähle, worauf ein Bauwerk ruht, drey Hauptbenennungen haben. a) *Grundpfähle* (pilotis) sind in den Grund eingerammte und den gemauerten Fufs des Gebäudes tragenden Pfähle, die daher entweder ihrer ganzen Länge nach oder gröfstentheils in den Grund stecken, und im letzten Fall ein Gemäuer tragen. b) *Stützpfähle* (pieux) stehen gewöhnlich mehr über den Grund hervor, als sie darin eingerammt sind. Gegen dieselben wird der Baukörper angelehnt. So sind z. B. im Allgemeinen alle Rostpfähle, *Grundpfähle* und alle Pfähle eines Brückenjoches, oder die Pfähle, welche eine Holzwand tragen *) und dergleichen Pfähle mehr, *Stützpfähle*. Würden aber an einem Brückenjoch die aussen stehenden Pfähle

*) Liegt eine Planken- oder Balkenwand dahinter, d. i. halten die Stützpfähle eine Schalwand, so werden sie auch wohl *Wandpfähle* genannt.

schräge eingeschlagen, und werden von dem Joche stromaufwärts einige Pfähle vor dem Eisgange in einer schrägen Stellung eingerammt, so heissen diese *Eispfähle*, weil sich daran das Eis brechen soll. Die *Spundpfähle* habe ich bereits Seite 549. umständlich erklärt, so dafs ich darüber hier nichts mehr zu sagen habe.

§. 100. Wenn man die Bestimmung dieser verschiedenen Rammpfähle erwägt, so ist es einleuchtend, dafs die Grundpfähle nicht so stark wie die Stützpfähle seyn dürfen, weil diese letztern der Luft, dem Eise und Wasser, ja öfters auch dem Bohrwurm, mithin der Abnahme ausgesetzt sind. Die Stärke der Stützpfähle mufs sich nach ihrer Länge richten. Nach meiner Erfahrung mag dieselbe von einem Pfahle von 18 Schuh Länge in der Mitte 8 Zoll betragen, und für je 5 Schuh Länge einen Zoll an Stärke zunehmen. Indessen wird der Ingenieur immer gut thun, die Stützpfähle so stark als möglich und schwere Rammklötze zu ihrer Einrammung zu wählen. Die *Grundpfähle* sind stark genug, wenn sie in der Mitte eine Dicke von 6 Zoll haben, nämlich bey 10 bis 12 Fufs Länge, und einen Zoll stärker, bey jeder Klafter, die sie länger sind. Die Spundpfähle macht man vierkantig, die übrigen Pfähle müssen *rund* bleiben, nachdem die Rinde und der Bast davon genommen ist, wenn sie nicht vor einer Spundwand hergeschlagen werden. Das vierkantige Behauen ist nämlich der Stärke der Pfähle nachtheilig, weil es ihnen die befsten Holzfibern benimmt. Auch hindert es das Eindringen der Rammpfähle, und setzt dem Eise und Wasser scharfe Ecken, also eine gröfsere Angriffsfläche, entgegen. *Matthieu soufse* in dessen von *de la Hire* heraus gegebenen Traité de Charpente hat daher eine für die Praxis nachtheilige Vorschrift gegeben, indem er die Rammpfähle gekantet wissen will. Da der *Splint* des Holzes immer noch ein fünfzehn Theil an Widerstand von dem Kernholze, ausübt, und eben so wenig als dieser fault, wenn derselbe in den Grund steht, wie z. B. beym Pfahlgrunde, oder wie es bey den Brückenbau seyn sollte, mit Planken verschalt, folglich nicht der Luft ausgesetzt ist, so mufs man denselben nicht weghauen.

Bey den Rammpfählen müssen da, wo der Grund nicht aus Schlamm und weichen Thon besteht, die Pfähle immer eiserne Schuhe erhalten, und ich verweise deswegen auf das Seite 434 bis 443 vorgetragene, wo ich auch über die zu wählende Schwere der Rammklötze die nöthigen Vorschriften gegeben habe.

§. 101. Bey allen Pfahlgründungen und bey dem Einrammen der Stützpfähle ist die Bestimmung wichtig, wenn man mit dem Rammen aufhören solle. Man sagt nämlich, der Pfahl *stehe alsdann feste*, wiewohl er mit 30 Rammschlägen immer noch etwas einrückt. Den Pfahl bis *zum stehen* einrammen, heifst nämlich so viel, dafs der Ingenieur ihn für feste stehend erklärt, wenn der Pfahlrost ein darauf aufzuführendes Gebäude trägt, ohne tiefer in den Grund einzudringen, oder dafs eine

Reihe von Stützpfählen Stabilität genug habe, um der daran liegenden oder darauf ruhenden Last einen solchen Widerstand zu leisten, daſs diese Pfähle nicht mehr in den Grund gedrückt werden können, noch bedeutend oscilliren. Nach den Erfahrungen, die ich in der vorigen Abtheilung mitgetheilt habe, so wie denjenigen, welwelche in den jetzt folgenden Resultaten enthalten sind, können solche Grundpfähle, welche in einer letzten Hitze von 30 Schlägen mit der Zugramme (mit 1200 Pfund schweren Rammklötzen) in den Grund getrieben sind und noch 4 bis 6 Linien einrücken, eine hundertfache Last, als wir darauf legen, tragen, ohne weiter in den Grund einzudringen. Dieses sey daher auch das Maximum des Feststehens eines Grundpfahles, wenn man bey dem Ramm-Manövre einen gleichen Grund verspürt, sonst kann man (im Falle die Pfähle lang genug sind), so lange mit dem Rammen fortfahren, bis der Pfahl gar nicht mehr rückt: denn es ist immer besser, beym Grundbau zu viel als zu wenig zu thun. Bey leichtern Rammklötzen von 500 bis 800 Pfund mag das Feststehen der Pfähle, bey sehr schweren Gebäuden, zu 2 bis 4 Linien, erklärt werden, und bey Stützpfählen so wie bey leichtern Gebäuden kann man aufhören, wenn der Pfahl noch 9 bis 12 Linien, *mit dreyſsig* Rammschlägen, in den Grund eindringt. Kurz man kann annehmen, daſs der Pfahlgrund die gröſsten Lasten, die wir mit unsern Bauwerken darauf setzen, tragen werde, wenn seine Pfähle mit den letzten 30 Schlägen, d. i. in der letzten Hitze, nach diesen Vorschriften oder nach der im nächsten §. über das Rammen der Pfähle gelieferten Resultate, in den Grund einrücken. *) Einzelne Pfähle einer Pfahlreihe wird der Ingenieur öfters beym Einrücken von 9 bis 48 Linien mit dreyſsig Schlägen und mit einem Rammklotze von 1200 Pfund, als überflüssig feste stehend erklären, weil sie schneller und tiefer einrücken können als die andern, indem sie auf eine lockere Stelle treffen, und wenn man sie tiefer eintreiben wollte, ihrer Länge wegen, einen Aufsatz von einem Pfahlstück erfordern würden. Erlaubt es bey einigen Pfählen ihre Länge, so mag man diese auch wieder mit mehreren Rammschlägen als die andern eintreiben, um den Grund besser zu comprimiren und die Stabilität des Bauwerkes zu befördern. Einige Erfahrung hierüber wird die Beurtheilnng selbst an die Hand geben! Ja man hat Beyspiele, daſs bey einer Einrückung von zwey Zoll während einer Hitze, die Pfähle eines gesammten Grundbaues feste genug gestanden haben, um die gröſsten Gebäude zu tragen. Nur muſs bey den obigen Bestimmungen stets die Schwere des Rammklotzes der Schwere des Rammpfahles näherungsweise gleich seyn; da in der Praxis wegen den vielen Rammklötzen, die man haben müſste, diese aus der Erfahrung gezogene Vorschrift nur selten befolgt werden kann, so habe ich hierüber bereits Seite 441. das in der Ausübung Ausführbare vorgeschrieben!

*) Nachträglich zur 447. Seite bemerke ich hier: daſs der bey dem Einrammen der Jochpfähle zur Rosenheimer-Brücke gebrauchte Rammklotz, mit seinen beyden Backen, 1470 Pfund schwer war.

Auf diese weise verstehen die gründlichen schriftsteller, welche über diese Materie geschrieben haben, das Festestehen, und keineswegs: daſs man den Pfahl so lange rammen solle, bis er gar nicht tiefer eindringt. Uebrigens muſs man jeden frey in das wasser hineingehenden Grundbau bis zum Roste, mit steinschüttungen, mit Faschinenbau oder senkfaschinen 1sten Bd. S. 308. umgeben, um ihn gegen die unterspühlung zu sichern, weil sonst die Pfähle brechen, wie es bey den Pfeilern der Brücke von *Tours* geschehen ist. Bey den spundwänden mag dieses Einrücken der spundpfähle und spundplanken in der letzten Hitze, — je nach der schwere des Bärs — jedoch nur halb ja $\frac{2}{3}$ so tief seyn, als bey den Pfahlrosten, weil sie nur das Quellwasser zurück halten sollen, und wieder heraus gezogen werden müssen.

§. 102. Ehe ich nun diese Materie: von den Pfahlgründungen, weiter verfolge, will ich in der folgenden Tabelle darüber Erfahrungen mittheilen, welche über die Fundirungen der Bauwerke aller Art, von der gröſsten wichtigkeit zu seyn scheinen.

Resultate

Resultate der über das Einrammen von 476 Pfählen angestellten Beobachtungen und gemachten Erfahrungen, bey einigen Bauwerken von denen, welche der Verfasser im Königreich Baiern hat ausführen lassen.

	Bezeichnung des Bauobjekts.	Anzahl der			Zeit des Einrammens, welche im Mittel zum Pfahl gebraucht wurde		Die Pfähle stehen im Mittel im festen Grund		Die Pfähle rückten in der letzten Hitze ein		Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes		Der Pfahl empfieng im Mittel	Schwere des Rammklotzes in baierischen Pfunden		Anzahl der Arbeiter	Bärschwere auf den Mann in	Der Pfahl kostete einzurammen bey dem ganzen Manöver	Zeit zum ganzen Manöver eines Pfahls	Stärke des Pfahls drey Schuh vom obern Ende, im Mittel
		Pfähle.	Hitzen.	Schläge.	Minuten.	Sekunden.	Fuſs.	Zoll.	mit Schlägen.	Linien.	Fuſs.	Zoll.	Schläge.	metallenen	hölzernen.		Pfunden.	Gulden.	Minuten.	Zoll.
									Grundpfähle (pilotis.)											
1	Gründung des Landshuter Isar-Wehres *) Tab. 101 und 102.	177	5296	171854	39	54	18	11	60	1,7	4	8	971	1239	631	54	22	11	240	12
2	Des rechtseitigen Widerlagers der Freysing. Isarbrücke Tab. 107.	19	574	17220	30	12	26	7	30	2	5	—	906	1220	—	50	24$\frac{5}{6}$	14	240	10
3	Der beyden Widerlager der Rosenheimer Innbrücke Tab. 122.	90	2598	94411	32	25	24	6	30	6	5	4	1049	1470	—	55	24$\frac{1}{2}$	14$\frac{1}{6}$	228	12
4	Des Hafendamms zu Lindau **) Tab. 68 und 104.	53	992	33700	26	41	15	6	30	2	5	5	636	—	700	26	27	3	112	10
							Joch- oder Stützpfähle (pieux.)													
5	Der zwey Joche der Landsberger Lech-Brücke Tab. 106.	18	997	29368	61	12	12	2	30 bis 60	1	5	2	1631	1220	—	54	22	25$\frac{1}{5}$	467	18
6	Der zwey Joche der Neuöttinger Innbrücke Tab. 110.	36	2479	79908	75	20	13	4	30 bis 60	$\frac{3}{18}$	6	1	2219	1222	—	50	24	29$\frac{7}{12}$	362	18
7	Der zwey Joche der Augsburger Lechbrücke Tab. 111.	26	1687	50631	57	41	12	11	30 bis 60	$\frac{18}{13}$	5	5	1947	1200	—	60	20	30	459	19
8	Des Mitteljochs der Freysing. Isarbrücke Tab. 107.	11	1196	35862	108	44	26	$\frac{1}{2}$	30 bis 60	8	4	9	3260	1220	—	53	22$\frac{2}{5}$	28	570	19
9	Der zwey Joche der Rosenheimer Innbrücke Tab 122.	34	2297	91790	102	27	30	7	30	4	5	3	2700	1470	—	56	26$\frac{1}{4}$	32$\frac{2}{15}$	617	18
10	Des Mitteljochs der nach der Verbrennung v. 1809 zum zweyten mal erbauten Freysinger Isarbrücke. ***)	12	862	25860	71	35	19	$\frac{1}{2}$	30	3	4	10	2155	1220	—	53	22$\frac{2}{5}$	25	617	18

*) Bey dem Grundbau des Landshuter Wehres sind hier nur die genauesten Beobachtungen von 177 Pfählen aufgenommen worden, wiewohl bey diesem Werke 1012 Grundpfähle eingerammt wurden. Die gröſsern Rammklötze wogen 1170 Pfund, 1226 und 1320 Pfund, so daſs hier die mittlere Schwere der Rammklötze, von den groſsen Ramm-Maschinen, angenommen ist; das Vorrammen wurde mit zwey Rammen, wobey der eine Rammklotz 520, und der andere 742 Pfund wog, bewerkstelligt, und gewöhnlich machte man mit einem solchen Rammklotze 120 bis 600 Schläge auf den Pfahl.

**) Unter dem Hafendamm von Lindau stehen 421 Grundpfähle, aber es ist nur die Beobachtung von 33 Pfählen, der schlechten Witterung wegen, gemacht worden.

***) Die Pfähle dieses Joches konnten deswegen nicht mehr so tief in den Grund getrieben werden, weil die Pfähle des abgebrannten Joches bis zu ihrer Umgebung stehen blieben. Hieraus lassen sich auch die übrigen Abweichungen von den Resultaten in Nr. 8. von Nr. 10. erklären, und man konnte die Pfähle bey einem geringern Pfahlstande als bey Nr. 8. für feststehend erklären. Noch bemerke ich, daſs die Rammscheiben, der groſsen Rammen, 3 bis 3 1/2 Schuh im Durchmesser hatten.

§. 103. Nach diesen allgemein nützlichen Beobachtungen kehre ich zu den Pfahlgründungen selbst zurück. Zuweilen kann man auch, und insonderheit auf einen schwebenden Morast — ehe die Pfähle eingerammt werden — Sinkstücke oder einen Faschinenbau legen. Solches Werk beschwert man alsdann mit Mauerschutt und Kiesel; bringt während dem Einrammen eines jeden Pfahles, um denselben, so viel Sand oder Grand, als nur in dem Faschinenbau hinabdringt. Bey dem weichen Boden müssen aber alle erdenkliche Mittel angewendet werden: des Wassers so viel als möglich abzuleiten; das heiſst, man muſs den Baubezirk so trocken als möglich machen. Muſs man daher in ein tiefes Gewässer Pfähle einrammen, z. B. *Duc d'Albes*, das sind Anlegpfähle für Schiffe, errichten, oder Pfahlreihen, als Brückenjoche, schlagen, und kann man die Pfähle nicht bis zu einem Drittel ihrer Länge in den Grund bringen: so ist die Anlegung von Sinkstücken und Faschinenbau, um die Pfähle herum, welches nachher mit Steinen bedeckt wird, sehr zu empfehlen. Auch mag man in solchen Fällen, oberhalb der die Baugrube umgebenden Spundwand oder dem Fangedamm, das Wasser mittelst eines Faschinenbaues, ableiten, wenn sich nämlich diese Anstalt mit einer guten Direction des Flusses verträgt. Zuweilen werden durch solche Faschinenbaue, zum Behuf der Schiffahrt oder um Seedämme anzulegen, Pfähle gerammt, wie dies beym Hafendamm von Lindau Tab. 68. und beym groſsen Leitdamm am *Nieuwendiep* Tab. 47. geschehen ist.

Werden mehrere Reihen oder Kreise von Pfählen eingerammt, so wird mit den mittlern Pfählen der Anfang gemacht, weil dieselben alsdann tiefer eindringen, und im entgegen gesetzten Fall die Erde zu stark zusammen gepreſst seyn würde, um die mittleren Pfähle aufzunehmen. Da, wo man aber befürchten muſs, daſs die in der Mitte eingerammten Pfähle wieder zum Theil empor steigen würden, wenn man die äuſsern einrammt, indem das Erdreich gegen dieselben angepreſst wird (ein Fall, der in solchem Boden, welcher unten feste Erdschichten und oben Quellsandschichten hat, eintritt) müssen die in der Mitte zuerst eingerammten Pfähle, an horizontale Gurtungen, befestigt werden, die man nachher, sobald alle Pfähle eingerammt sind, wieder abnimmt; im Fall sie der Construction des liegenden Rostes wegen nicht bleiben können. Man sieht sogleich, daſs die Gurtungen das Aufsteigen einzelner Pfähle durchaus verhindern; und daſs eine ganze Pfahlreihe sich heben sollte, ist gar nicht zu befürchten. Ist der Boden aber sehr nachgebend, so umgebe man den Pfahlgrund statt denen auf einen *gewissen Abstand* zu stellenden Pfählen mit einer ordentlichen Pfahlwand: nämlich Pfahl an Pfahl geschlagen. Diese Pfähle kann man gleichfalls rund lassen, wenn ein Durchquellen des Wassers nicht zu befürchten ist. Alle Grundpfähle eines Grundbaues müssen vertical eingerammet werden, und aus gesundem Holz, welches nicht windschief ist, bestehen. Davon nimmt man jedoch diejenigen aus, welche unter einer Gurtung *c* Fig. 34. Tab. 89. einer Spundwand *a*, in einen mittelmäſsigen oder schlechten Boden — anstemmen: und die man auf 6

bis 9 Fuſs Abstand schräge einrammt. Darauf wird die vordere Gurtung *c* eingelassen. Die hintere Gurtung *b* mag aber auf verticalen Grundpfählen, und nur selten auf schräge eingerammten *b f* stehen. Es ist nämlich zur guten Einrammung einer Spundwand nothwendig, daſs sie zwischen zwey Gurtungen *c b* geschehe.

Ob man die Pfähle mit dem *schwachen* oder *dicken* Ende zu *unterst* einrammen, folglich daran die Spitze oder den Schuh machen solle, darüber drückt sich *Perronet* pag. 95. so aus. „Gewöhnlich rammt man die Pfähle mit dem dünnen Ende zu unterst, weil, wie manche behaupten, dieselben eher *zum stehen* gebracht werden können und schneller einrücken.“ Ihn habe aber die Erfahrungen gelehrt, daſs, wenn das dicke Ende zu unterst genommen wird, die Pfähle zwar anfangs schwerer in den Grund dringen, aber im Ganzen binnen $\frac{3}{4}$ Zeit schneller eingerammt werden können, als diejenigen Pfähle, deren dünneres Ende unten gekehrt ist. Eine Erscheinung, die aus dem Widerstande, welche die, den kegelförmigen Pfahl umgebende Erde, verursachet, erkläret werden kann. Bey den Stützpfählen hienge die Wahl darüber, ob das dünne oder dicke Ende unten genommen werden müsse, von der Höhe des Wassers und Eisganges ab. Wenn die Mitte des Stützpfahles unter dem niedrigen Wasser komme, so sey das dünne Ende unten zu nehmen. Im entgegen gesetzten Fall, und wenn man die Pfähle tief unter Wasser absägen müsse, sey das dicke Ende zu unterst zu stellen. Es versteht sich bey beyden Methoden von selbst, daſs die Pfähle *mit einer Spitze*, die entweder gebrannt oder mit einem eisernen Schuh umgeben wird, versehen seyn müsse. Diese Spitze muſs wenigstens zwey Zoll stark seyn, wenn der Boden weich ist, und bey eisernen Schuhen drey bis vier Zoll, wenn er hart ist, weil sie sich sonst quetschen würde, wodurch das Einrammen des Pfahls erschwert wird: denn eine umgebogene Spitze kann das Einrücken des Pfahls gänzlich verhindern. Selbst wenn der Pfähl einen eisernen Schuh hat, so werden die zu dünnen Spitzen gequetscht, und der Pfahl rückt alsdann nicht mehr so gut, es ist daher eine nothwendige Vorsicht, die Spitze nicht zu scharf abzuhauen, sondern lieber 1$\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll stark zu machen. Also kann man die Stützpfähle und insonderheit da, wo sie dem Eisgange oder dem heftigen Anschlag der Wellen, ja wohl gar dem Bohrwurm widerstehen sollen, mit dem dünnen Ende unten einrammen. Die Grundpfähle wird man aber stets so einrammen, daſs ihr dünnes Ende unten kommt, weil sie im entgegen gesetzten Fall von der darauf liegenden Last, nach Vollendung des Baues, noch tiefer eingedruckt werden können; welches der Festigkeit des Baues nachtheilig seyn würde. Im Allgemeinen ist es also immer besser, das spitze Ende unten zu lassen, und ich habe bey allen Bauten so verfahren.

§. 104. Die Tiefe, bis zu welcher die Grundpfähle unter das niedrigste Wasser eingerammt oder abgeschnitten werden müssen, (die Köpfe sollen nie aus dem niedrigsten Wasser hervor ragen, sonst faulen die Pfähle, weil sie bald der Luft,

bald dem wasser ausgesetzt sind), so richtet dieselbe sich bey Brückenpfeilern nach der Natur des Bodens, und bey Schleusen nach der Höhe und der Construction der Schleusenböden, wovon weiter unten gehandelt wird. Bey Ufer-Revettements und Kays aber nach dem Umstande, ob vor dem Ufer selbst eine Vertiefung entstehen könne. In dem letztern Fall mufs die Vorsicht eintreten, dafs der obere Theil der Pfähle und die sie bedeckende Schwelle beym niedrigen Wasser niemals hervortrete, weil sonst das Holz bald verfaulen würde. Im ersten Fundamente, d. i. bey Brückenpfeilern mufs der Rost so tief hinab reichen, dafs derselbe bey einer zu erwarteten Vertiefung des Flufsbettes niemals dem Wasser blos gestellt werde, zu welchem Ende die Grundpfähle unter Wasser abgesägt werden. Kann man daher bey einer Senkung des Rostes, von 2 bis 3 Schuh unter dem niedrigsten Wasser, den festen Boden nicht erreichen, bis zu welcher Tiefe derselbe bey Brückenpfeilern gewöhnlich gelegt wird: so mufs man rund um den Pfeiler den lockern Boden mit Maschinen oder dem Handbügel heraus nehmen, und einen Faschinenbau oder Steinwurf, in die so vertiefte Stelle, anbringen. Der Rost mufs also nach allen Seiten bedeckt werden, damit er weder dem Angriffe oder der Unterwaschung des Stromes noch dem Eisgange blos gestellt werde, und die Grundpfähle unter den darauf gelegten Baukörper nicht brechen. Eine Bedingung, die auch bey Schleusen oder Durchlässen, welche man an Flüssen anlegt, erreicht werden mufs! Diese so tief mit der Wassersäge abgeschnittenen Pfähle können also nicht Zapfen erhalten, sondern es werden auf die genau horizontal abgesägten Köpfe der Pfähle die Rostschwellen, nachdem sie auf dem Lande zusammen gesetzt sind, mit Hebel oder Schrauben, in das Wasser bis auf den Rost getaucht, und auf die Pfahlköpfe mit eingekerbten oder widerhacken versehenen eisernen Nägeln (mit Hülfe eines eisernen Aufsatzes), fest genagelt.

§. 105. Wie tief die Pfähle in einen Boden, welcher dieselben dergestalt auf den Seiten hält, dafs sie, wenn das Bauwerk darauf gesetzt wird, nicht tiefer in den Grund eindringen, stecken sollen, darüber ist man noch nicht einig; man versteht jedoch unter dem festen Boden, in dieser Hinsicht, einen solchen Grund, der ein Seitswärts Biegen des Grundpfahles *gar nicht* gestattet, und der die Last, welche auf den Pfahl kömmt, mitträgt, worin der Pfahl sich auch nicht biegen kann. Es ist daher begreiflich, dafs nicht die Spitze des Pfahles diese Last trägt, sondern die gesammte den Pfahl zunächst umgebende Erdmasse, die ihn hält, dafs er nicht weiter in den Boden eindringe. Da es nun nicht die Spitze des Pfahles allein ist, welche den Widerstand des Erdreichs erfährt, sondern der gesammte in den Erdboden eingerückte Theil des Pfahles, so sind alle Versuche, die man im Kleinen, wegen der Tragkraft der eingerammten Pfähle, anstellte, eine Spielerey und von keinem Nutzen für die Ausübung. Eben so wenig können wir a priori das Eindringen der Pfähle, bey welchem so mancherley physische Ursachen von grofser Einwirkung sind, voraus bestimmen; wir werden uns also mit der Erfahrung behelfen müssen. Ist die Last

sehr groſs, so beträgt diese Tiefe, bis zu welcher die Pfähle in mittelmäſsig festen Boden oder in einem künstlich durch das Rammen zusammengepreſsten Boden stehen müssen, 10 bis 18 Schuh, und der Ingenieur hat auf die Bestimmung zu achten, welche im §. 102. über das *Festestehen* der Rammpfähle festgesetzt wurde. So ist z. B. bey den Brücken in Frankreich und an einigen Schleusen in Italien, Holland und Deutschland verfahren! Ist der Boden schlecht, so stehen sie 21 bis 40 Fuſs in den Grund, wie dies der Fall bey einigen Schleusen in Holland ist. Dieser Grund ist aber gleichwohl dergestalt, mittelst den Rammpfählen, so zusammengepreſst, daſs diese Pfähle, durch die Schwere des Bauwerkes, nicht tiefer eingedruckt werden können. Besser und sicherer ist es indessen, wenn die Pfähle derer im Wasser zu gründenden Gebäude 8 bis 12 Fuſs in ein natürlich ziemlich festes Erdreich stehen. Die Stützpfähle müssen fast immer, wenn sie feste stehen und vom Eise, so wie vom Strome nicht losgewackelt werden sollen, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den Grund kommen. Ueberhaupt muſs man einige Probepfähle einrammen, um hierüber sich der Gewiſsheit zu nähern.

§. 106. Eine Betrachtung, die man über das Tragvermögen der Rammpfähle anstellen könnte, würde nur für die Ausübung wichtig seyn, wenn der Grundbau, oder auch die Joche einer Bogenbrücke nicht mit einem soliden Körper umgeben wäre, welches wir jedoch als unbedingt nothwendig vorgeschrieben haben. Man würde dann von *Muschenbrocks* Erfahrungen Gebrauch machen können. Nach diesem trägt ein 6″ dickes und 6′ langen Eichenholz 23480 Pfund und nach ihm haben diese Hölzer, in Hinsicht der Tragkraft, ein directes Verhältniſs, wie die Würfel ihrer Durchmesser und ein reciprokes, wie die Quadrate ihrer Längen. Man sieht daher, und es giebt die tägliche Erfahrung, daſs senkrecht gestellte Hölzer die gröſsten Lasten tragen können, die ihnen nur zugemuthet werden mögen. Sonach und in Anbetracht, daſs man die Pfahl-, Grund- und Brückenjoche mit einer soliden Masse umgiebt, ist das Zerbrechen der Pfähle niemals zu befürchten.

§. 107. Der *Abstand* der Pfähle (das ist die Entfernung zweyer Pfähle) ist bey Grundpfählen 9″ bis 5 $\frac{1}{2}$ Schuh, bey Stützpfählen 1 $\frac{1}{2}$ bis 4 $\frac{1}{2}$ Schuh. Letztere Entfernung findet ihre Anwendung bey den Jochen der Bogenbrücken, wo ich sie jedoch auch näher zusammengerückt habe, um den Jochen, bey groſsen Bogenweiten, eine hinreichende Stabilität zu geben, und worüber der dritte Band Auskunft giebt.

Einige haben zwar das Gesetz bey Stützpfählen angenommen; daſs die Lasten, welche sie tragen können, sich verhalten, wie die Cubi ihrer Durchmesser, dividirt durch die Quadrate des über den Boden hervorragenden Pfahltheils; aber dasselbe verdient noch vielfache Erfahrungen, um für die Praxis gültig zu seyn. Hiebey ist auch vorzüglich in Erwägung zu ziehen, daſs die gröſsten Stützpfähle, ich meine die Pfähle der Brückenjoche, immer von zwey Seiten gedruckt, folglich von der darauf drückenden Last dieselben in dem ihm gegebenen Stande gleichsam ge-

halten werden. Bey den Grundpfählen findet dieses Gesetz gar keine Anwendung, weil die den Pfahl umgebene Erde, Steinschüttungen oder Faschinenbauten, ihren Widerstand (*Festestehen*) oder ihre Tragbarkeit, offenbar zum Theil ausmachen. Das Beyspiel an der Brücke von *Tours* (Perronet p. 99.) wo die Grundpfähle gebrochen sind, kann ich als einen vollständigen Beweis davon: daſs die Grundpfähle allein und nicht die sie umgebende und zusammengepreſste Erde die Last tragen, keineswegs annehmen; vielmehr erkläre ich mir das Zerbrechen der Pfähle daher: daſs der Grund, welcher sie bey Anlage des Pfeilers umgab, fortgerissen war und sie daher ausser dem Boden oder dem Tufstein, worin sie wenig eingerammt waren, mit dem gröſsten Theil ihrer Länge hervorstanden. Man sieht daher: wie wichtig es sey, die Brückenjoche und Brückenpfeiler mit einem Vorbau oder einer soliden Umgebung zu versehen; freylich muſs diese nicht das Profil des Flusses so schmälern, daſs dessen Eisgänge und Hochgewässer sich nachtheilig für die Uferlande emporheben, welcher Fehler unter andern bey den Brücken zu Regensburg, Frankfurt und den mehresten zwischen dem 13ten und 17ten Jahrhundert angelegten steinernen Brücken statt findet. Daſs das die Grundpfähle umgebende und von diesen gepreſste Erdreich die Last eines auf den Pfahl- und Schwellrost aufgeführten Gebäudes mitträgt, ist auch schon deswegen einleuchtend, weil der Grad der Dichtigkeit einer Erdmasse die Tragbarkeit der Pfähle, d. i. ihre Festigkeit bestimmt, und man nur in ein solches Terrain der Grundpfähle bedarf, dem es an natürlicher Dichtigkeit mangelt, um die darauf kommende Last zu tragen, oder daselbst, wo das Bauwerk mehrere Schuh über dem natürlichen Boden angefangen wird, in welchem letztern Falle aber die Pfahlgründung mit einer soliden Masse umgeben wird. Dieser Fall findet z. B. bey den Brückenpfeilern Anwendung! Es sind daher diejenigen Baumeister, welche behaupten, daſs die Last allein auf die Grundpfähle und nicht auf die zusammengepreſste Erde ruhe, sehr irrig daran. Ihren Satz zu behaupten, müſsten sie es abläugnen, daſs die den Pfahl umgebende Erde, dem Pfahl selbst ein Hinderniſs ist. Ein kieferner Pfahl soll nach Perronet 153900 Pfund getragen haben. Die Grundpfähle der Brücke von *Mantes* tragen 160,000 Pfunde. Folgende Erfahrungen werden hierüber einen nähern Rath ertheilen.

Benennung der Bauwerke.	Länge der Grundpfähle, Rheinländisch, Fuſs	Obere Dicke der Grundpfähle, Rheinländisch, Zoll	Abstand der Grundpfähle, Rheinländisch, Zoll	Mauerhöhe der Seitenwände der Schleusen, Rheinländisch, Fuſs	Auf jeden Pfahl kann die Last gerechnet werden in Pfunden	Bärschwere in Pfunden	Der Boden bestand aus
Schleuse am Nieuwendiep	30	10—12	24	24	21600	700	Sand und Thon.
Kammerschleuse Gouda gegenüber.	30	9—10	30	18	20200	1000	Klay und Erde.
Schleuse am Penningsveer	27	9—10	30	10	11200	500	Sand und leichte Erde.
Schiffsdocke zu Brest. .	28	Frz. Mſs. 12	24	25	22500	1200	Schlammgrund.
Brücke von Neuilly. . .	$12-15\frac{1}{2}$	12	24	—	132812	1060 bis 1880	Erde und Kies.
— — Orléans. .	9—12	12	24	—	104900	1200	Erde und Kies.

Wenn man hiernach rechnen wollte: so würde das Gewicht des Rammbärs sich zur Last, die der Pfahl trägt, verhalten wie 1 : 125 bis 1 : 30. Als allgemeiner Erfahrungssatz für Brücken und Schleusen, könnte man dieses letztere Verhältniſs in den mehresten Fällen gelten lassen, wenn nicht die Länge der Pfähle einen bedeutenden Einfluſs auf die Bärschwere hätte, worüber ich mich auf das S. 441. vorgetragene beziehe. Wie geringe übrigens diese für den eingerammten Pfahl treffende Last sey, dies habe ich bereits S. 445. bewiesen, und daſs man auf unsere Pfahlgründungen eine hundertmal schwerere Last aufführen könnte, als sie tragen. Wie wäre es sonst auch möglich: daſs der 318 Schuh hohe *Marcusthurm* zu *Venedig* nur auf 15 Schuh langen Grundpfählen ruhte? Wie könnte sonst wohl die Masse des *Amsterdammer Rathhauses* von einem Pfahlgrunde getragen werden? Diese groſse Tragkraft der Pfahlgründungen ist auch leicht erklärbar, denn der Grundpfahl trägt ja nicht allein die auf ihn ruhende Masse, sondern auch die ihn umgebende und zusammengepreſste Erde trägt er zugleich mit. Daſs der Widerstand den ein Pfahlrost, wenn er selbst in einem mittelmäſsigen Grunde eingerammt ist, unberechenbar groſs ist, dieſs beweiſst die Gründung der gröſsten und schwersten Gebäude in *Venedig*, nämlich der am Marcusplatze stehenden Prokuratien, des Pallastes, der Münze, der *Marcuskirche* und mehrere Gebäude.

Als ich im Jahre 1803, als kaiserl. österreich. Hofkommissair, in Venedig war, so heftete ich auch meine Aufmerksamkeit auf die Fundirungen der Gebäude, und da kein Grundbau vorgenommen wurde, so gab ich den dortigen beym Bauwesen

angestellten kaiserl. königl. Bauofficianten, die Italiener waren, auf: mir darüber die genauesten Aufschlüsse zu geben. Sie kamen in folgenden überein, wobey ich im Voraus bemerke, dafs der Grund der Lagunen und des Terrains, worauf Venedig erbaut ist, aus einem feinen aber festen Thon oder Klay besteht, der mit einer drey bis vier Fufs dicken beweglichen Schlamm-Masse bedeckt ist. Die Gründungen aller Gebäude in Venedig bestehen aus einem Pfahl- und Schwellrost, dessen Felder ausgemauert werden. Die Grundpfähle sind 5 bis 15 Fufs lang und von Eichenholz. Ihre Dicke beträgt $\frac{1}{12}$ der Länge. Der Baubezirk ist gewöhnlich mit Wasser bedeckt, und dann wird die Baugrube mit einer von dem Gebäude auf 4 bis 8 Fufs von dem Fundament abstehenden Abdammung umgeben. Dieselbe besteht aus zwey oder drey hinter einander zu vier Schuh Abstand vertical eingeschlagenen Wandpfählen, an welchen auf beyden Seiten Gurtungen horizontal zu liegen kommen; längs diesen werden die Dammplanken eingerammt. Der Zwischenraum, welcher entweder eine oder zwey Dammkisten formirt, wird mit Thon ausgefüllt. Die *Venetianer* nennen einen solchen Fangedamm, *cassaro*. Ist derselbe fertig, so wird das Wasser ausgeschöpft, und der bewegliche gewöhnlich 3 bis 4 Fufs tief liegende Schlamm ausgehoben; endlich werden mehrere Probepfähle eingerammt, um die Länge der Pfähle zu bestimmen. Das Fundament wird doppelt so breit als die Mauerdicke gemacht. Man rammt nun die Grundpfähle einen dicht neben den andern ein, füllt die Zwischenräume mit kleinen Steinen und Mörtel, und nagelt auf die Pfahlköpfe ein Plankenlager. Ueber diesen Boden kömmt, der Queere nach, eine zweyte Lage Planken, auf denen das Gebäude aufgeführt wird, wenn zuvor der Cassaro weggenommen ist.

§. 108. Die *Gründung* der Gebäude ist das wesentlichste bey den Bauwerken aller Art; wird dabey ein Fehler begangen, so hilft alle übrige Kunst des Ingenieurs nichts; ja, es stürzt sein Werk zusammen! Also glaube ich auch berechtiget zu seyn, alles was zur glücklichen Ausführung der Fundamente beytragen kann, in diesem Werke aufzunehmen, und es scheinen die bey denen von mir ausgeführten Anlagen gemachten Beobachtungen (S. 577) von der Art zu seyn, dafs sie über diesen Gegenstand nützliche Resultate enthalten, worauf ich also verweise! Was die Beschaffenheit des künstlichen oder natürlichen Grundes anbetrift, worin die Pfähle eingerammt werden, so findet darüber der wifsbegierige Leser theils in diesem Bande S. 540. und in meinen Beyträgen zur Brückenbaukunde, Aufschlufs, den ihm in einigen Jahren auch der dritte Band dieses Werkes, noch ausgedehnter, geben wird.

§. 109. Folgende allgemeine Grundsätze bey Fundirungen sind also als Resultate des in diesem Abschnitte vorgetragenen anzusehen. 1) Der Boden, auf den ein Bauwerk errichtet werden soll, mufs vorher untersucht und sorgfältig von weichen Stoffen aller Art gereiniget werden. 2) Auf einen durchaus festen Grund mag das Mauerwerk, wenn es nicht im strömenden Wasser hineingeht, oder tief auf den Grund selbst angefangen werden kann, gleich errichtet werden; alle einzelne Gruben

und schächte sind aber vorher aufs sorgfältigste *mit festem materiale anzufüllen oder auszumauern.* 3) Auf mittelmäfsigen Boden mufs ein schwellrost, öfters ein doppelter gelegt werden. Zuweilen so, dafs so viel Holzwerk darin kommt, als die Felder Oeffnung haben. Dessen Rostschwellen liegen am befsten, wenn man sie nach Diagonalen ordnet. Fig. 1. Tab. 70., welches jedoch bey den langen Kammerschleusen nicht geschehen kann; wohl aber bey den grofsen Schutzschleusen, die breit genug sind. 4) Des schwellrostes Felder müssen ausgemauert seyn, und nur bey festen Thonboden und guter Erde können sie aus Thon oder Mauerschutt bestehen, oder man fülle sie mit Kiesel, lebendigem Kalch und Cement, und giefse wasser auf diese Masse. Kleine 5 schuh lange spitzpfähle, welche einige darin (Pfahl an Pfahl) schlagen, sind zweckwidrig. Bey dem mittelmäfsig festen Boden kann man sich der ausgemauerten senkschächte §. 86. bedienen, wenn man sie auf einen Rost (versteht sich auf einen liegenden Rost) gründet, als wobey viel Mauerwerk erspart wird, und der von dem Kranze, worauf die umfassung des senkschachtes oder senkpfeilers zuerst gemauert wird, gebildet ist. 5) Ein mit wasser stark geschwängerter Boden gebraucht einen Pfahlgrund, darüber einen schwellrost und, bey schleusen, eine spundwand, wovon bereits das Nöthige vorgetragen ist. Man mufs jedoch, so viel als nur immer thunlich, das wasser daraus abführen. 6) Der lose Boden mufs mit Einsenkung von Mauerschutt oder Kiesel, so viel als thunlich, compact gemacht werden. 7) Ueberhaupt mufs man zwischen den Pfahlköpfen den Raum mit kleinen steinen, Mörtel, Mauerschutt, Kiesel, lebendigen Kalch, Cement oder Klayerde ausfüllen und anstampfen oder besser mit ziegel- und Trafsmörtel ausmauern. Da, wo übrigens eine unterwaschung zwischen den Grundpfählen zu befürchten ist und solche steinanfüllungen nicht liegen bleiben können, mufs man den Grund mit spundplanken oder spundpfählen — die 6 schuh und tiefer in den festen Boden stehen müssen — umgeben. Der innere Raum, das ist das Rostfeld, mufs aber, ehe man steine hineinwirft oder ein Mauerwerk darin aufführt, von schlamm, sand und wurzelwerk gereinigt seyn. 8) Die Grundpfähle mufs man vertical und bis zum stehen mit hinreichend schweren Rammbären einschlagen; wo möglich 8 bis 15 Fufs in den festen Grund. 9) Die stützpfähle müssen in der Regel $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den festen Grund stehen und stärker als die Grundpfähle seyn. 10) Gegen das Eindringen des wassers in die schleusen, von der seite und durch den vor- oder Hinterboden, müssen bey einem wasserhaltigen Terrain, spundwände rund um die schleuse und in die Queere geschlagen werden, damit sich die spundwände nicht vorwärts umbiegen, wenn sie längs einem wasser und nicht von allen seiten in Erde stehen, so wird die sechste spundplanke Fig. 34. Tab. 89. an ihre Gurtung *b* oder an die zwey längs der spundwand hinlaufenden Gurtungen *b* und *c*, mittelst dadurch gezogenen eisernen Bolzen, *d*, die in der Wand ihren Kopf und dahinter die Schraube, worauf eine Schraubenmutter kommt, haben, befestigt (s. 558). Die strebepfähle *c*

und *e* und *f*, welche die Gurtungen *c* und *b* tragen, werden aber schräge eingerammt, um der Spundwand das Einrücken zu erleichtern, weil der Erdtheil *g* und *h* zusammengepreſst wird, und daher auf diese Weise etwas gröſser ist. Ja, es wird auch noch wohl gegen die äussere Gurtung *c* und den innern *b* Strebepfähle *e* und *f* auf 6 bis 10 Fuſs Abstand eingeschlagen. Eine Vorsicht, die besonders bey den Vorböden der Schleusen und Wehren beobachtet wird, und bey der groſsen Inondations-Schleuse zu Theresienstadt und Josephsstadt, von dem Schleusen-Inspector *Denis*, mit Erfolg angewendet worden und wozu man sich derer Spundplanken bedient, die in Fig. 17. Tab. 83. dargestellt sind, wenn der Grund locker ist. Sonst sind die gewöhnlichen, Fig. 16. gezeichneten, hinreichend. 11) Unter den Seitenwänden der massiven Schleusen müssen die Grundpfähle wenigstens um das doppelte näher als unter dem Boden gesetzt werden. Ueberhaupt bedarf man unter dem Schleusenboden nicht mehr Reihen Pfähle als Längenschwellen sind, Fig. III. Tab. 78. 12) Wird dieser Boden aber in sehr groſsen Schleusen von einigen Werkstücklagen gemacht, so müssen die Steine keilförmig in einem verkehrten Gewölbe gelegt werden. 13) Damit nun die Seitenwände gleichförmig auf ihre Fundirung drucken, so sind die Mauern, wo möglich von einer Gattung von Steinen und Gemäuer zu machen, und überdies das gesammte Gemäuer allmählig zugleich rund herum aufzuführen. 14) Da die Dichtigkeit desselben ein Haupterforderniſs ist, so muſs die Fundament-Mauer mit Traſs, Puzzolana oder andern Cement gemauert werden; es ist daher immer rathsamer, die Rostfelder (Fig. III. und IV. Tab. 78) bis zu dem ersten Plankenboden B, der zwischen die Längenschwellen 3. 3. und *q q* zu liegen kömmt, auszumauern, als sie mit Füllerde auszustampfen. 15) Die Fundirungen müssen so tief gesenkt werden, daſs wenn der Strom die nahen Kiesellagen fortreiſst, dennoch der Baukörper nicht unterwaschen werden könne, das heiſst, sie müssen, wo möglich, der tiefsten Stelle, das ist der Stromrinne des nahen Fluſsbettes gleich zu liegen kommen. Da die Rostschwellen aber niemals so tief gelegt werden: so muſs der Ingenieur die Brücken und Wehrpfeiler und Joche der Bogenbrücken, wie ich gethan habe, mit einem Faschinenbau umgeben, und denselben mit groſsen Steinen bedecken, dessen Oberfläche aber regelmäſsig auspflastern, oder den Pfeiler mit einem Steinwurf einfassen, auf dessen Oberfläche Cement, lebendigen Kalch und Kiesel schütten. 16) Damit aber von dem zwischen dem Pfahlroste eingeworfenen Füllmaterial nichts herausgeschwemmt werde, so werfe man längs denen Wänden (im Innern des Pfeilers) zuerst groſse Steine und kleine Bruchsteine hinab, schütte darauf Cement, jetzt wieder Kiesel und lebendigen Kalch. Auf diese Weise entsteht ein compacter Mauerkörper. 17) Ueberhaupt müssen die Pfähle und Rostschwellen stets unter dem niedrigsten Wasser bleiben, und die letztern so tief zu liegen kommen, als es die Absicht des Bauwerkes erheischt. 18) Alles Holzwerk der Fundirung muſs gesund, so viel als möglich der Luft entzogen, mit Erde und Steinen bedeckt oder wo mög-

lich betheert werden; daher man auch zuweilen den Kopf der Spundwände oder ihre Holben in Steine einläfst. 19) Die Grundpfähle müssen aber genau in den im Plan bestimmten Richtungen zwischen oder längs Pfahl-Lehren *) eingerammt, scharf oder horizontal abgeschnitten werden. Wer die Rammpfähle nicht horizontal abschneiden läfst, fehlt gegen ihre Bestimmung; denn sie sollen den Baukörper tragen. 20) Man mufs daher die zum Aufschneiden der Pfähle zu gebrauchenden Wasser-Sägen stark machen, genau horizontal stellen und sich einer festen Rüstung bedienen. 21) Ist der Rost gelegt, so mufs beym ersten sehr niedrigen Wasserstande dennoch untersucht werden, ob die Rostschwellen auf alle äufsern Grundpfähle genau aufliegen; findet man irgend einen Zwischenraum, so mufs dieser mit in einem in Oehl, eine halbe Stunde über, gesottenen eichenen Keile tüchtig ausgekeilt werden **). 22) Sollen die Pfähle über das Wasser stehen, so ist es immer besser, sich der ordinären Zimmermanns-Säge zu bedienen, und dann erst ist der in die Schwellen einzulassende Zapfen mit der *queeraxt* auszuhauen. Dabey mufs mittelst der Schrottwage und des Schnurschlages sehr genau verfahren werden, damit die Schwellen genau wagrecht zu liegen kommen. 23) Die Sehwellen müssen, wenn es der Wassertiefe wegen geschehen kann, auf die Grundpfähle recht fest und genau eingelassen, und darauf befestiget werden. Beym lockern Boden schlägt man durch den in die erste Rostschwellen *d* und *e* eingelassenen Zapfen *a* der Grundpfähle *a b* Fig. 36. Tab. 89. einen hölzernen Keil, welcher den Zapfen des Pfahls recht an die Grundschwelle anprefst. Hierdurch macht man es möglich, dafs der Rost selbst in einem lockern Boden schwerere Lasten als gewöhnlich trägt: denn es kann kein Theil desselben sich senken, sondern das Ganze mufs nachgeben, oder es müfsten mehrere Rostschwellen brechen, welches aber nicht zu befürchten ist. Dahingegen hat sich, wegen Nachläfsigkeit der Werkmeister, bey vielen Rosten der alten Gebäude gefunden: dafs die Grundpfähle aus den Rostschwellen hinaus gewichen, mithin unnütz waren, welches bey dieser Methode nicht möglich ist. Zuweilen legt man die kür-

74 *

*) Das sind horizontal gelegte Gurtungen, die an die Gerüstpfähle befestiget sind, und worin der Baum für jeden Pfahl eingeschnitten ist, durch den derselbe hinabgleiten kann.

**) Das Herablassen der bereits zusammengelegten Rostschwellen auf die Grundpfähle bis zu einer Tiefe von fünf Fufs unter der Oberfläche des Wassers, habe ich mit an die Rüstung angesetzten Winden oder auch mit Hebel bewerkstelligen lassen. In den Rostkreutzen und Pfählen müssen vorher für die eisernen Nägel die Löcher gebohrt seyn! Ist dann der Rost genau nach den Zeichen, die man an der Rüstung gemacht hat, gelegt oder gehalten, so nehmen zwey Zimmerleute den 2 bis 3′ langen mit Widerhacken versehenen Nagel, suchen das Loch und setzen auf den Nagel eine eiserne nnten mit einem platten Kopfe versehene Stange, worauf ein dritter, mit dem eisernen Schlägel, schlägt und den Nagel eintreibt. Auf eben diese Art werden die Rostplanken, unter Wasser, aufgenagelt wenn man sie nicht, auf dem Werkplatze, auf den Rost genagelt hatte, welches jedoch bey grofsen Rosten, des hydrostatischen Druckes wegen, nicht rathsam ist.

zern, das sind die *Queerschwellen* und dann die *Längenschwellen* darüber, welche letztere in die erstern eingelassen werden, und zwar so tief, daſs sie der Oberfläche denen in den Feldern, welche sie formiren, zu liegen kommenden Planken gleich liegen. Kommt der Plankenboden aber gleich auf die Queerschwellen zu liegen, so müssen diejenigen Queerschwellen, welche der Länge nach um einen Planken auseinander liegen, die Figur *a b c d* Fig. 35. Tab. 89. haben, damit die Planken *e* und *f* daran stossen, folglich diese sicherer liegen und keine Fuge zwischen je zwey aneinander stossende Planken entsteht. 24) Das Holzwerk muſs man mit heissen Theer anstreichen und die Fugen gut calfatern, die Werkstücke so groſs als möglich zu machen, und des Eisens zu entbehren suchen; sich daher die steinernen, beym Bau des Leuchtthurmes zu *Edyston* angewendeten Dollen (Tab. 53.), gebrauchen. Vorzüglich wichtig ist diese Verbindung bey Legung der Schleusendrempel und den Decklagen der Seitenmauern, weil sie die eisernen oder metallenen Klammern entbehrlich machen, welche viel Geld kosten, verkalchen oder wohl gar gestohlen werden. Ich schlieſse jetzt diese Materie, indem ich voraus setze: daſs der die Wissenschaft schätzende Leser sich mit demjenigen, was ich im ersten Bande und in diesem, über die Gründungen derer längs und in dem Wasser zu errichtenden Bauwerke vorgetragen habe, bekannt gemacht haben wird; weil derselbe in den folgenden Kapiteln noch vieles darüber findet, und weil ich beym Brückenbau darüber noch manches vorzutragen die Gelegenheit nehmen werde. Ich bemerke daher nur noch: daſs unter andern auch folgende Bauwerke einen Pfahlgrund erhalten haben: als die Gebäude, Schleusen, Brücken und Kays der Städte *Amsterdam*, *Rotterdam*, *Haarlem* und *Venedig*; viele Gebäude in *Potsdam*; alle in *Holland*, *Seeland* und den *Niederlanden* aufgeführten Schleusen; die Brückwasserleitungen des Canals von Bourgogne (Tab. 98.), und die mehresten steinernen Brücken in Europa, so wie die Widerlager und Pfeiler der von mir erbauten groſsen Brücken!

§. 110. Nachdem ich die Fundirungen abgehandelt habe, so komme ich zur *Aufführung der Mauern.*

1.) Muſs jede Mauer, oder wenigstens ihr vorderer Theil, nach dem mit Latten oder der Schnur abgezeichneten *Besteck*, wo möglich, von einer Gattung Material aufgeführt, und dazu festbindender Mörtel gewählt werden, damit sie gleichförmig auf den Grund drücke, sich überall gleich setze, und von aussen ein gutes Ansehen erhalte.

2.) Zu allen dem Wasser öfters bloſsgestellten Steinlagen, nehme man Cement oder Traſsmörtel. (Seite 534.)

3.) Um der ersten Bedingung zu entsprechen, muſs der Bau mit seinen Lagen nach einer horizontalen Ebene empor steigen, oder es müssen die Eck- und Zwischenpfeiler immer zuerst, im Innern mit Verzahnungen, aufgeführt werden. Deſswegen sind die Maurer an beyden Seiten einer Mauer anzustellen, damit sie in der genauen Vertical-Ebene die Mauerschichten legen.

4.) Der Mörtel werde nach den S. 536. angegebenen Vorschriften bereitet, und das Ziegelmehl oder der Trafs, vor dem Gebrauch, mittelst Hand- oder Maschinenstampfen zerstossen, oder nach der Zerstossung in kleine Stücke unter einem Stein oder einer Tonne zermalmet, wozu die in Fig. 58. Tab. 84. gezeichnete Vorrichtung dient. Man kann auch diese Materien und andere Bestandtheile des Cements, als Krugscherben u. s. w. auf den gewöhnlichen Stampfmühlen zermalmen lassen. Oefters werden sie in einem Troge, mit Stämpfern, die an langen über einige Unterlager liegende junge Tannenbäume befestigt sind, zerstampft.

5.) Jeder Ziegel mufs, vor der Vermauerung, von Staub gesäubert und etwas angefeuchtet oder in Wasser getaucht werden, damit seine äufsern Pori den Mörtel aufnehmen. Wird diefs unterlassen, so fällt der Mörtel vom Stein wieder ab, während er auf sein Lager gelegt wird.

6.) Da eine dicke Mörtellage der Festigkeit der Mauer schädlich ist, so sollte man des Mörtels nicht mehr gebrauchen, als die Verbindung der Steine erfordert; aber weder die Ziegel noch Bruchsteine dürfen sich direkte berühren, weil dadurch die durch Mörtel zu bewirkende Verbindung unterbrochen ist. Grofse Werkstücke hingegen können, wenn sie genau bearbeitet sind, ohne Mörtel auf- und neben einander gelegt werden, wie wir dies an den Gebäuden des Alterthums häufig antreffen, und wie ichs selbst bey einigen Brückenpfeilern, z. B. bey der Mühldorfer-Innbrücke in Anwendung habe bringen lassen. Dicke Mörtellagen oder Mauerfugen sind der sicherste Beweis von der Ungeschicklichkeit oder Nachlässigkeit der Bauaufseher und Mauermeister. In *Holland* und *Italien*, wo unstreitig die Ziegelmauern zum Befsten (in Europa) gemacht werden, nehmen die Mauerfugen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Pariser Zoll ein. *) In Deutschland aber öfters drey Zoll! Ja ich habe in Venedig und Vicenza vom Palladio Gebäude gesehen, woran die Säulen aus Ziegel bestanden, in denen die Mörtelfugen kaum $\frac{1}{10}$ eines Zolles hatten. Diese Säulen sind aus eigends dazu (ohnweit Treviso) gebrannten Ziegeln (Trevisanischen Ziegeln) vortrefflich gemauert und von aussen abgeschliffen. Ein Drittheil Zoll sollten die Ziegelmauerfugen selbst beym besten Mörtel, der wenig vom Froste leidet, nicht übertreffen. Bey Bruchsteinmauern können sie etwas stärker, und bey Werkstücken schwächer seyn. Um des Mörtels aber wenig zu gebrauchen, müssen die Mauerlagen mit der Schrotwage richtig abgewogen werden, denn sonst ist die Ausführung dieser Vorschrift unthunlich; auch sind die Ruhefugen horizontal zu halten.

7.) Welche Steingattung auch gebraucht wird, so mufs jeder Stein in ein Mörtellager eingedrückt, aber nicht hin und her geschoben oder auf den Stein stark gegeklopft werden, damit unter demselben keine Höhlungen entstehen. Zu den Stofsfugen, das sind die Verticalfugen, so wie in den horizontalen Fugen der äufsern

*) Es versteht sich, dafs beym Vermauern der Steine immer so viel Mörtel als die Steinpori einnehmen, mehr auf die untere Steinlage ausgebreitet werden mufs, um jene Dicke der Mörtellage zu erhalten.

wände, mufs man den Mörtel sorgfältig mittelst der Mauerkelle einwerfen und einstreichen, wozu ein etwas steifer Mörtel gebraucht wird. Zuweilen bedient man sich dazu auch eines Kittes. Diefs Einstreichen geschieht bey jeder Tagarbeit vor dem Feyerabend, damit der äufsere Mörtel sich mit dem innern noch feuchten Mörtel, gut verbinde. Diefs Verfahren mufs aber so oft wiederholt werden, bis man gar keine Ritzen oder offene Stellen, in den Stofsfugen entdeckt.

8.) Alles entweder stets im Wasser bleibende oder öfters demselben ausgesetzte Mauerwerk mufs mit Cement-Mörtel gemauert werden. Da es nothwendig ist, dafs der Mörtel vor dem Eintritt des Frostes trockne, so maure man im Herbst nur so lange, als dieser anziehe und trocknen könne. Nur die äufserste Nothwendigkeit kann die Aufführung der Mauern im Herbste oder Anfangs Winters, entschuldigen, wozu der Ingenieur, durch die spätere Bewilligung eines Baues und dem Umstande, dafs das Werk im Frühling fertig seyn mufs, zuweilen und in unsern Zeiten, worin die Form der Geschäfte sehr weitschweifig, also nachtheilig für die Sache selbst, geworden ist, *öfters*, gezwungen wird. In diesem Fall mufs man wo möglich, grofse Werkstücke, die fast ohne Mörtel gelegt werden, zu dem Aeufsern des Werkes zu erhalten suchen.

9.) Es mufs der Mörtel zu den aus Werkstücken aufzuführenden Mauern dünner als zu den Bruchsteinmauern, wozu man groben Grand unter dem Kalch gebrauchen kann, zubereitet werden, damit derselbe in die Pori der Steine eindringe, mithin ihre Verbindung unter einander bewirke, sobald er erhärtet und die darin enthaltenen Salze von der Luft und Sonne ausgezogen sind.

10.) Damit die Bindung des Mörtels bewirkt werde, so mufs eine jede horizontale Mauerschichte nicht viele Tage über unvollendet bleiben. Wo sich diese Vorschrift nicht bewerkstelligen läfst, säubere man das unterbrochene Stück, welches an den Enden stufenweise abgebrochen wird, ehe die Arbeit von neuem angeht, von Staub; besprenge es mit Wasser, wann es beym Abbrechen der Arbeit mit Stroh bedeckt war, damit die obere Lagen gegen die Sonne, den Regen und Frost geschützt bleiben. Dieses Verfahren ist nothwendig, weil der Mörtel entweder nicht zu schnell trocknen oder ausfrieren darf.

11.) Nach der äufsern Seite ist jede Mauer so eben und regelmässig als möglich und mit Hülfe des Bleyloths genau und vertical aufzuführen. In dieser Hinsicht sowohl, als wegen der Dauer, mufs man zur vorderen Mauerfläche die besten und regelmäfsigsten Steine wählen. Zu allem Mauerwerk aber, die Steine, welche Gattung es auch seyn mag, vor dem Gebrauche, austrocknen lassen: denn viele Bruchsteine enthalten, wenn sie aus dem Bruche kommen, wie z. B. die feinkörnigen Sandsteine und die Tufsteine viele Feuchtigkeiten, Salpeter und Salze, die, wenn sie in den Steinen bleiben, nicht nur eine feuchte Mauer geben, sondern auch die Bindungskraft des Mörtels schwächen und vom Frost viel leiden.

12.) Auch müssen die vertical- oder stofsfugen bey allem Mauerwerk niemals aufeinander treffen, damit ein fester Mauerverband entstehe, und je ein stein der oberen Lage immer auf zwey steine der nächsten unteren ruhe. — Nachahmenswerth ist: bey gewissen Fällen die construction des Kay's von *Pelletier* und *l'Horloge* zu Paris, siehe seite 139 u. s. w., und die seitenmauern von den schleusen auf dem canal von Languedoc. Tab. 77. Fig. 1 und 2.

13.) Die Ecken, an denen dem strömenden wasser und dem Eisstofse entgegen stehenden Mauern, mufs man so viel als möglich vermeiden, daher auch die Brückenpfeiler vorne nach einem Halbkreise abrunden. Zu diesem zweck behaue man die werkstücke nach dieser Form, und lasse die ziegel in eigends gemachten Formen brennen.

14.) Man mufs auch die Mauern der wassergebäude aller Art, nicht früher anfangen, bis nicht eine hinreichende Anzahl von Materialien vorräthig ist, um entweder das Gemäuer zu vollenden, oder doch so lange ohne Einhalt arbeiten zu können, bis mehreres Material beygeschafft ist. Also mufs man für das Behauen der werkstücke und ihren Transport zur gehörigen zeit sorgen, und nichts dem ohngefähr überlassen, welches oftmals geschieht.

15.) Es dürfen auch die Mauern nicht eher begonnen werden, bis der untere Theil oder das Fundament sich gesetzt hat. Eine nachtheilige Folge von dem Nichtbefolgen dieser vorschrift ist bey dem Meerdamme von Toulon eingetreten. (s. 114.) Bey den von werkstücken aufzuführenden Mauern mufs die obere und untere Fläche eines jeden steines parallel laufen, und der stein mufs im winkel an fünf seiten genau bearbeitet, an den hintern aber, wegen der besseren verbindung mit dem ziegel- oder Bruchsteingemäuer, rauh belassen werden. Die *Römer* liefsen jedoch bey einigen Gebäuden nur die untere und obere Fläche der grofsen steine bearbeiten, und die übrigen vier Flächen rauh. So erhielten die davon aufgeführten Bauwerke das Ansehen von Bauerischem werk, und so sind in Baiern alle römischen Befestigungswerke aufgeführt, wie die Ueberreste in Lindau, Regensburg, bey Kehlheim an der Donau und Pappenheim beweisen. Bildete ein solches Mauerwerk die umfassungswände der Tempel, so wurden die steine, nachdem der Mörtel ausgetrocknet war, behauen, zuweilen auch sorgfältig abgeschliffen.

16.) Den Mauern von werkstücken, wie man auch die steine behauen mag, kann man keine festere und dauerhaftere construction geben, als wenn in jedes werkstück, oder in einigen, eine 6 bis 9 zoll im Quadrat grofse vertiefung ausgehauen wird, nämlich in zwey neben einander und in andere zwey aufeinander liegenden werkstücken, und wenn man in diese vertiefungen einen aus harten steinen bestehenden würfel, in dünnen Mörtel einsetzt, welcher ein *Dollen* heifst. Man kann statt der würfel auch schmale Kieselsteine gebrauchen, und hiernach die Löcher in den werkstücken aushauen lassen. Eine verbindungsmethode, die mit dem besten

Erfolg unter andern bey dem auf den *Edyston*-Felsen erbaueten Leuchtthurme (S. 198.) und beym Landshuter-Wehrbau (s. Tab. 102.) in Anwendung gebracht ist. Wegen der Solidität, welche diese Verbindung zeigt, habe ich sie auch zur Ausführung des vor Triest in der Rhede nach meinem Plan Tab. 68. anzulegenden Meerdammes und des daselbst zu errichtenden Leuchtthurmes vorgeschlagen. Zu Schleusen- und Wehrböden ist diese Construction gleichfalls anwendbar, und wenn in dem oberen Stein, bis zum viereckigen Loch hinab, eine kleine Oeffnung gehauen wird, so läſst man den Mörtel in dieſs Loch hinein, um auch den kleinsten Raum der zwischen dem Dollen und dem Loche entstehen könnte, auszufüllen. Wie man zwey horizontale Steinlagen mittelst einer Kette in Verbindung bringet, dieſs hat *Smeaton* (siehe S. 269.) an dem Bau des oben genannten Leuchtthurmes, und *Wren* bey der Kuppel der *Paulskirche* in London gezeigt. Muſs eine Mauer auf Felsen aufgeführt werden, und soll dieselbe dem Anfalle der Wellen, des Stromes oder der Eismassen, widerstehen, so müssen in dem Felsen selbst Vertiefungen für die Steinlagen oder Stufen eingehauen werden, man sehe die unten auf Tab. 53. stehenden Figuren; oder man muſs eiserne Bolzen oder Federn zwey Schuh darin einlassen, und diese müssen in der ersten Steinschicht eben so tief in darin ausgebohrten Löchern hinein reichen, Seite 188. u. s. w. Diese dreyerley Verbindungen: mit den steinernen Dollen, der Kette und den Bolzen, machen die eisernen Klammern gänzlich entbehrlich. Vorzüglich ist die erstere Methode bey denjenigen Steinlagen, zwischen denen die Schleusen-Thoranker eingelegt werden, und bey den oberen Steinlagen eines Meerdammes nützlich. Zur Sicherheit können in einem Mauerwerk, dessen Steingattung ein regelmäſsiges und scharfes Behauen nicht zuläſst, in den Stoſsfugen der Steine, Nägel oder hölzerne Keile, die man zuvor in Oel sieden mag, eingetrieben werden, um bey den Steinlagen das Verschieben zu verhindern. Dies Verfahren sowohl, als das mit den eisernen Federn und der Kette ist bey der Beschreibung des Baues vom Leuchtthurme auf dem Edystone-Felsen, angegeben, und dieses Werk ist überhaupt äuſserst merkwürdig für die Construction der Mauern, weswegen ich auf dessen Beschreibung verweise. (Seite 181. u. s. w.)

Die Alten legten zuweilen zwischen zwey Werkstück- oder Bruchsteinlagen, einen Balken von solchem Holze ein, das nicht fault, und dazu wählten sie das Cedernholz. Die Erfahrung lehrt aber, daſs man sich dazu auch des Eichen-, Lerchen-, Kiefern- und Birkenholzes bedienen könne, denn das in Mauern eingeschlossene, gesunde ausgetrocknete Holz wird weder wurmstichig noch faul. Dies habe ich beym Abbruch mehrerer im 12ten und 13ten Jahrhundert erbauten Kirchen wahrgenommen. Im Jahr 1811 lieſs ich in Bamberg eine 600 Jahre gestandene Kirche für den Wasserbau, ankaufen, deren Werkstücke ich zur ersten daselbst zu erbauenden Kammerschleuse, um damit die Vereinigung des Mayns mit der Donau zu beginnen, bestimmt habe. Es fand sich alles in den Mauern und Säulen eingeschlossene Holz vollkommen

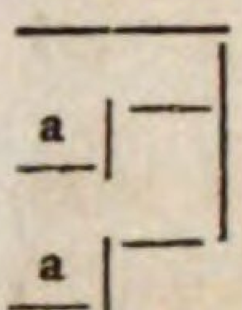
gut erhalten. Ich habe davon in meiner sammlung ein stück eines Birkenkeils aufbewahrt!

17) Bey denjenigen Mauern von Werkstücken, welche dem Angriffe des wassers und Eises blofs gestellt, und nicht sehr dick sind, mögen sowohl die stofsfugen *) als auch die Ruhefugen nicht auf einander treffen, um das verschieben der steinlagen oder steinschichten gänzlich zu verhindern. Dieses Mauerwerk, worin die Werkstücke einer horizontalen schichte nicht von gleicher Höhe sind, könnte man das *ungleiche* nennen, wiewohl die Römer darunter ein solches verstanden, in welchem alle werkstücklagen einer Mauer nicht gleiche Höhe hatten, und das sie nach den Griechen Pseudisodomum nannten. Das *Gleiche-Mauerwerk* nannten die Römer *mit* den Griechen *Isodomum.* Sie verstanden darunter: wenn alle Lagen einer werkstückmauer von gleicher Höhe sind, welches jedoch äufserst selten in der Ausübung statt finden kann, indem dieses enorm kostbar seyn würde. Der Hintertheil der Futtermauer wurde auch bey den Griechen und Römern aus Bruchsteinen und Kiesel ausgemauert, statt derselben bediente man sich jedoch wo möglich der ziegelsteine, weil diese eine solidere Mauer als Bruchsteine und Kiesel abgeben. In einem Mauerwerk, das ganz von werkstücken aufgeführt wird, und welches die Römer das griechische Mauerwerk nannten, legten die Alten über die Breite der Mauer nur einen stein, und zwar je um die Länge eines in der vorderen Mauerfläche liegenden steines, den sie den Bindestein nannten.

Die Construction, worin die werkstücke einer und derselben schicht nicht gleich hoch sind, und die ihrer Kostbarkeit wegen selten ausgeführt werden kann, habe ich bey den neuesten schleusen in Havre aufs trefflichste ausgeführt gefunden, wie Fig. 4. Tab. 70. zeigt. Es liegen nämlich die steinlagen 6, 4, u. s. w. Fig. 8. 9 und 10., neun bis zwölf zoll tiefer als die in 5, 7, angezeigten. Gegen das Aufbiegen des schleusenbodens hat man diese steine überdies keilförmig gemacht. S. Fig. 11 u. 12. Freylich ist eine solche Construction kostbar, denn aufserdem, dafs die steine sehr genau zugehauen werden, mufs man das werkstück zur Probe in sein Lager einlassen, dann heraus heben, und jetzt erst die seitensteine, an die es gelegt wird, so wie die unteren steine, mit Mörtel bewerfen. Zum besten ist es aber, stets die steine mit Hebmaschinen in ihr Lager zu legen. Wo diese aber fehlen, mufs man sie auf walzen, die vor ihr Lager kommen, dergestalt fort bewegen, dafs sie nur erst auf das Mörtelbett herunter gelassen werden, wenn sie vollkommen über dasselbe hinliegen. Wer diese vorsicht mittelst walzen, Keile und Brechstangen verabsäumt, quetscht das Mörtellager, schiebt dasselbe zusammen, und so liegt das werkstück hie und da hohl. Diese Methode machen die von einem französischen Ingenieur vorgeschlagene

*) Bey allem Mauerwerk müssen, wie gesagt, die Stofsfugen nicht auf einander fallen, sondern Stein auf Fuge kommen.

Construction, die Belidor §. 343. anführt, und wornach die Ruhefugen vorne in *a*, *a*, so



aussehen sollen, unnöthig. Besser als der Transport auf Walzen, ist jedoch die Methode mit den S. 465. beschriebenen Steinkrampen, und die Aufhebung so wie die Niederlassung der Steine mit Flaschenzügen; eine Methode, die ich bey der Beschreibung des Wehres von Landshut im nächsten Kapitel anschaulich darzustellen gedenke. Wiewohl die Vorschrift, auch die Horizontal-Lagen nicht ganz durch einen Baukörper gehen zu lassen, sehr zweckmäſsig ist, und zur Stabilität desselben wesentlich beyträgt, so kann man sie, wegen der kostbaren Bearbeitung der Steine, selten anwenden. Man hat daher anstatt ihrer, in jede Lage der Brückenpfeiler von der Mühldorfer Innbrücke, vier starke eiserne, an den Enden mit Stacheln versehene, Schienen eingelassen. Bey andern Brücken und dem Landshuter-Wehr, wo die Bauzeit es zulieſs, habe ich die oben angezeigten steinernen Dollen angebracht. Diese letztern sind vorzugsweise bey der Einsetzung der massiven Schleusendrempel groſser Schleusen zu empfehlen, weil sie die längste Dauer versprechen, denn es ist fast unmöglich, daſs dieselben brechen, mithin eine Verschiebung der Steine zulassen. Bey Leuchtthürmen, Wehr- und Brückenpfeilern kann man die Verbindung der Steinlagen, mittelst Schwalbenschwänzen oder Verzahnungen Tab. 53., noch verstärken.

18.) Die Decklagen der Schleusenmauern anbetreffend, so ist die §. 135. mitgetheilte Eintheilung musterhaft. Ueberhaupt findet der Leser in diesem Bande, bey der Beschreibung der Leuchtthürme, der Kays, der Schiffsdocken und der Schleusen, so wie in dem folgenden Bande (im Brückenbau), noch manche für die Aufführung der Mauern wichtige Bemerkungen! Bey Ziegelmauern ist aber stets eine *Rollage*, worin die Steine entweder auf die hohe Kante, oder nach ihrer Breite neben einander, als *Decklage* einer Schleusen- Brücken- oder Kay-Mauer anzuwenden, und deren Fugen mit Steinkitte auszugiessen, weil dadurch eine Regelmäſsigkeit und ein festes Lager erreicht werden kann.

19.) Wie die Werkstücke mit Bruchstein, Wacken oder Ziegelgemäuer zu verbinden sind, dies zeigen die Figuren 6, 7, 16, 17 und 21. Tab. 57., und die Horizontalschnitte eines Pfeilers vom Landshuter-Wehr Tab. 102., deutlich. Dieses letztere Mauerwerk scheint für die Ausübung wichtig zu seyn, und ich werde es bey der Beschreibung dieses Wehres im folgenden Kapitel erklären. Die Bruchsteine, Wacken oder groſse Kiesel müssen so viel als thunlich, nicht auf ihre flache Seite, sondern auf die hohe Kante liegen; zwischen den Steinen muſs weder zu viel noch zu wenig Mörtel kommen, sondern nur so viel, daſs die Oberflächen der Steine vom Mörtel hinreichend durchdrungen, und etwa $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Mörtellage zwischen den Bruchsteinlagen bleibt; je glatter diese Steine sind, desto gröber mag der Mörtel gemacht werden, damit er sich an die Ecken der Steine ansetzt, wenn er keine Pori findet, worin er eingeht, und so eine Verbindung des Gemäuers abgiebt.

20.) Mauern aus grofsen Werkstücken, mögen in ihrem hinteren Theil, wenn es Stützmauern sind, oder in ihrem Innern, wenn es freystehende Mauern sind, als z. B. die Brücken- und Wehrpfeiler, aus Bruchstein- oder Ziegelgemäuer, oder auch aus einer aus Kiesel und dünnen Mörtel bestehenden Füllmasse, die, so weit das gewöhnliche Wasser es bespühlt, noch mit Cement oder frisch gelöschten Kalch untermischt wird, bestehen. Diese Füllmasse mufs nach und nach in dem hohlen Raum eingegossen werden, so wie die Umfassungsmauer empor steigt, weil sie auf diese Weise trocknet, und einen festen Körper abgibt. Schon Vitruv klagt über das Verfahren der Römer (Libr. II. C. VIII.), nach welchem die Futtermauern geflissentlich hoch aufgeführt wurden, ehe das aus zerbrochenen Steinen und Mörtel bestandene Material eingefüllt wurde. Dieses Mauerwerk kann man mit den Griechen das *gefüllte Mauerwerk* (Emplekton) nennen, die jedoch das ihrige förmlich mit Kiesel und Bruchsteinen, im Innern, ausmauerten, welches auch immer das Rathsamste ist, sobald man *hohe* Mauern aufführt. Werfen die Maurer Füllmaterial ein, welches nicht durch einen guten Mörtel, oder frisch gelöschten Kalch oder Cement verbunden ist, und wird die obere Lage nicht dergestalt mit Werkstücken gedeckt, dafs kein Wasser in diese unter sich nicht verbundene Füllmaterie eindringen kann, so geht das Wasser hinein, und prefst die Futtermauern auseinander, wovon ich Beyspiele gesehen habe.

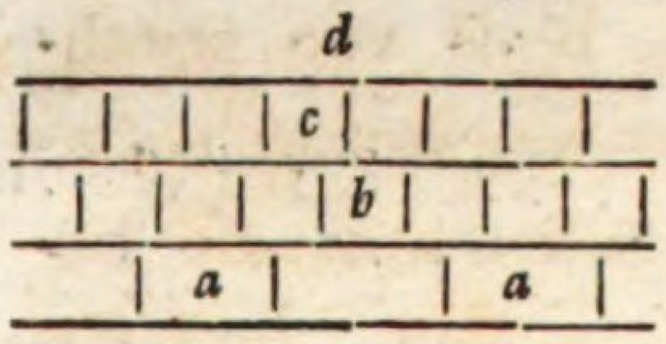
21.) Werden diese letztern, und überhaupt Mauern aller Art, blofs von Bruchsteinen aufgeführt, welches Mauerwerk die Griechen und Römer das *ungewisse* nannten, so mufs man vorzüglich um einen guten Mörtel und einem guten Anwurfe besorgt seyn, denn beydes mufs die Verbindung des Mauerwerks bewirken, und die schädliche Einwirkung der Witterung entfernen. Ehe ein solches Mauerwerk ausgetrocknet ist, darf es nicht mit Kiesel und Mörtel ausgefüllt werden, und man wird immer besser thun: auch das Innere der ganz freystehenden Bruchstein-Mauern davon *aufzumauern*, als blofs die Umfassungswände des Mauerwerks und das Innere füllen zu lassen.

22.) Sowohl die Bruchstein- als solche Ziegel-Mauern, die nicht aus vorzüglich festen Ziegeln gebrannt sind, müssen einen Maueranwurf erhalten, der aus dem befsten Mörtel, wozu man sich auch der Eisenschlacken, der Kohlen und des Tufsteinsandes, als Beymischung bedienen kann, bestehen mufs. Dieser Anwurf ist jedoch nur dauerhaft, wenn man ihn erst aufträgt, nachdem die Mauern vollkommen ausgetrocknet, ausgefroren, und die Salze daraus gezogen sind. Man warte daher wenigstens einen Winter über und mache ihn erst im folgenden Sommer, bey feuchter Witterung, weil er dann besser in die Steine eindringt, und sich gut darauf streichen läfst. Dieser Anwurf kann, wenn er glatt gestrichen wird, mit gesottenen Oel bestrichen werden, um der Witterung desto besser zu wiederstehen. Soll die Mauer rauh beworfen werden, und besteht dieselbe aus Bruchsteinen, die viel Salpeter oder Salze

und Feuchtigkeit enthalten, so mische man unter dem Anwurfe auch Sägespähne, die sich, wie die Erfahrung zeigt, sehr gut im Mörtel halten.

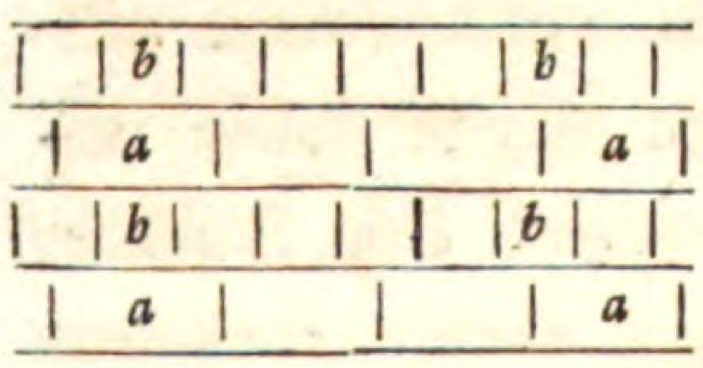
§. 111. Die verschiedenen *Lege-Arten* der Steine, insonderheit der Ziegel, d. i., der sogenannte *Mauerverband* läſst sich nicht erklären, ehe man die in dieser Hinsicht den Steinen gegebenen Benennungen weiſs, welche ich daher hier anführen muſs. 1) *Breitziegel* |______| sind diejenigen Steine, welche in der vorderen Mauerwand, ihr schmales oder mittleres Feld, der Länge des Steines nach, zeigen. 2) *Kopfziegel* |__| heiſsen solche, deren kleinstes Feld vorne gekehrt ist. Bey den Werkstückmauern nennt man jene *Läufer*, und diese *Binder* oder *Strecker*. So nennen auch einige die mit Breitziegel gemachten Schichten, *Laufschichten*, (Breitziegelschichten), und die mit Kopfziegel gelegten, *Streckschichten*. Eine auf das schmalste und längste Feld gelegte Steinschicht (|||||) heiſst, wie gesagt, eine *Rollage* oder *Rollschicht*.

1) In der äuſsern Wand einer Mauer sind die Breitziegelschichten nicht so gut, als die Streck- oder Kopfziegelschichten; a) weil die Breitziegel nicht so weit in die Mauer gehen, als die Kopfziegel, mithin aus der Mauer leichter heraus gebrochen werden können; b) weil der Mörtel aus den eine geringe Tiefe habenden Fugen der Laufschichten eher, als aus den tiefern Fugen der Streckschichten heraus fällt. Dieses letztere ereignet sich insonderheit bey Schleusen, wenn sie noch im späten Herbst zur Durchschleusung der Schiffe gebraucht werden.



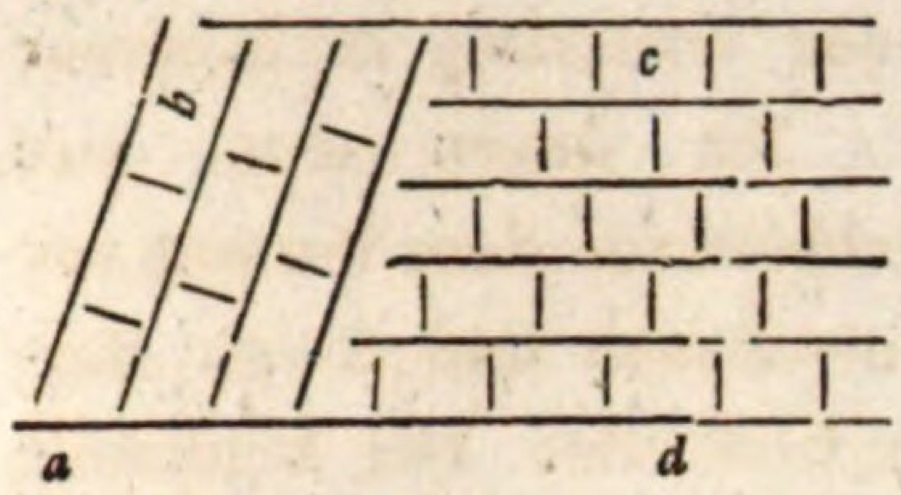
Wird, wie die nebenstehende eine Horizontalschicht bildende Figur zeigt, hinter einer Breitziegellage *a a* mit Kopfziegeln *b c* gemauert, so nennen Einige diese horizontale Schichte gleichfalls *Laufschicht*, weil die Läufer vorne in der Mauer liegen. Dieselbe kann auf zweyerley Art gelegt werden, nämlich: 1) so, daſs eine Queerfuge die andere trifft, oder daſs Fuge auf Stein kömmt, welches die beſste Methode ist, weil sie einen abwechselnden Verband abgiebt. Sie wird daher in Holland häufig in Ausübung gebracht, wozu man sich im Innern der Mauer kleinere Steine bedient. Ein anderes ist es mit den Horizontal- oder Ruhefugen, diese mögen bey Ziegelmauern durch die ganze Mauer durchlaufen; auch bey Werkstück-Mauern ist dieses da, wo man nicht groſse Kosten aufwenden, und die Steine nicht auswählen kann, zu beobachten.

2) Wenn man mit den Breitziegeln *a* und Kopfziegeln *b*, lagenweise, abwechselt: so heiſst dies ein *Kreutzverband*, darin stehen die Stoſsfugen der ersten, fünften und neunten, und der zweyten, vierten und sechsten Lage vertical übereinander. Der Kreutzverband ist in Holland, bey den Schleusen, der gewöhnlichste.



Dabey ist auch im Innern des Gemäuers mit den Ziegeln abgewechselt. Es sind nämlich zwey kleinere Ziegel (drey Quartierstücke) neben einander in Lauflagen und zu den Seiten-Kopfziegel gelegt, wie Fig. 2. tab. 75. zeigt.

3) Zu dem künstlich zu bearbeitenden ziegelgemauern mufs nothwendig das *Netzförmige-Mauerwerk* gezählt werden. Dasselbe kömmt dem *Recticulatum* der Alten zum nächsten. Die sogenannte *stromlage a b*, welche in der vordern Wand



einer Mauer angebracht ist, macht nämlich mit den innern Kopfziegeln *c d* einen Winkel von 45 Grad. Derselben bedient man sich vorzüglich in dem Grundbau der Schleusen und zur Bedeckung schräg gehender Mauern. In welchem letztern Fall auch die Ziegel auf die schmälste Seite, d. i. als *Rollziegel* gesetzt werden (Tab. 74.) Zuweilen werden die Stromlagen auch mit Breitziegeln gemacht, wie es bey der Scarpe der Schleuse bey *Klein-Schaardamm* Tab. 72. Fig. 3. geschehen ist. Dazu werden die untern und obern Ziegel von dem Maurer (auf der Hand) abgehauen.

4) Was aber das Fachwerk eines Schleusenbodens anbetrifft, so kann dasselbe zum befsten aus Roll-Lagen bestehen, welche ganz durchgehen. Sowohl zu diesen als zu jenen müssen die befsten Ziegel ausgewählt seyn, weil sie, wie gesagt, entweder im Fundamente oder zur Bedeckung des Gemäuers gebraucht werden.

5) Werden die Mauern nur $1\frac{1}{2}$ Stein dick, so kömmt in der vordern Wand eine Kopfziegel- oder Streckschicht und hinter derselben eine Laufschicht. Damit aber die Stofsfugen wechseln, wird die zwote Schicht, abwechselnd, mit einem wirklich halben Stein angefangen.

§. 112. Da zu den Wasserbauwerken, so viel als möglich, die Lauf- oder Breitziegelschichten zu vermeiden sind: so taugt dazu der sogenannte *Block-Verband* nicht. Darin besteht nämlich die erste Lage aus einer Kopfschichte, und die zwote Lage fängt mit zwey neben einander gelegten Breitziegeln an; die Stofsfugen der nächsten Lagen treffen ebenfalls nicht über einander.

§. 113. Ist die Frage, ob man von der bestimmten Dicke der Mauern lieber, je nachdem es die Gröfse der Steine erheischt, abbrechen, oder einen schlechten Mauerband wählen solle, um nur mit den Steinen die angenommene Dicke der Mauer herauszubringen? so würde ich meines Orts das erstere Verfahren dem letztern vorziehen. Uebrigens sind Schleusen aus *gut gebrannten Ziegeln* dauerhafter als aus Bruchsteinen oder den gewöhnlichen Werkstücken aufgeführte. Hierüber sind mehrere in Holland von Ziegeln erbauete Schleusen, die 500 Jahre stehen, vollgültige Beyspiele; nur mufs man in den Climaten, worin strenge Winter einfallen, die schrägen Abdachungen der Mauern *), wenn Werkstücke zu haben sind, nicht von Ziegeln machen, weil das darauf gefallene Regenwasser sich in dieselben einsetzt, und sie dann vom

*) Besser ist es noch, die schrägen Abdachungen nach Aussen, selbst bey den Stützmauern, überall zu vermeiden: denn darauf setzt sich der Schlagregen und Schnee; es wachsen dann Gräser und Moos auf den Mauern, die Nässe friert in den Steinfugen und den Pori der Steine, und so verwittert die Mauer endlich.

Froste stark angegriffen werden. Die Güte der Ziegelmauern geht auch daraus hervor: daſs man sie schon im Alterthum denen aus Werkstücken gemachten vorzog. Vitruv. Lib. II. c. 8. So sind z. B. mehrere Theater, und das Pantheon zu Rom, aus Ziegeln aufgeführt worden, und diese Gebäude haben der Witterung noch besser widerstanden, als einige aus Werkstücken erbauete *). Zu denen dem Eise und Wasser ausgesetzten Gebäuden verdienen jedoch die Werkstücke den Vorzug vor den Ziegeln, wenn sie nämlich aus Breccia, festen Graniten, trockenen und festen Tufsteinen, sehr festen Sandsteinen, Kiesel, Basalten und Porphyren bestehen. Der Ingenieur muſs jedoch trachten, die gröſsten Steine der Art sprengen zu lassen, oder aus den Flüssen zu erhalten; dann aber diese Steine genau nach fünf Seiten scharf behauen und die vordern Fugen des Mauerwerks mit Oelkitte ausstreichen lassen, damit sich der Schlagregen nicht dazwischen setze, und der darin eingedrungene Frost die Mauern nicht sprenge. So habe ich z. B. zu den Pfeilern der bey München 1812 erbauten Bogenbrücke, Nagelflue (Breccia) von 100 bis 216 Centner schwer; zu dem rechtseitigen Pfeiler der Mühldorfer Innbrücke hat mein Sohn, Ocker und Eisen enthaltende sehr feste Sandsteine von 10 bis 129 $\frac{3}{5}$ Centner, und Granite von 40 bis 105 Centner schwer, gebraucht. Beym Landshuter Wehr habe ich Nagelflue-Steine von 1000 bis 10800 Pfunden vermauern lassen. Also muſs der Ingenieur alle Mühe anwenden, recht groſse Werkstücke zu erhalten, und wenn sie auch kostbar sind: denn nach Jahrhunderten frägt Niemand mehr nach den Kosten, sondern Jedermann bewundert das Schöne und Solide eines aus groſsen Werkstücken aufgeführten Bauwerkes!

*) Die der Witterung und dem Wasser Preis gegebenen Mauern werden noch aus anderen künstlichen und gebrannten Steinen als Ziegel gemacht, welches ich auf der 524. Seite zu bemerken vergessen habe, wo ich die Verfertigung der ungebrannten Steine zeigte. So bereitete Marcarty zuerst in London *groſse gebrannte Kunststeine* (Siehe die gehaltreiche neueste Reise durch England u. s. w. von Nemnich S. 129) wozu er guten Thon, Töpfer- und andere Scherben und calcinirte Hornsteine, welches alles fein gemahlen wurde, nahm, und darunter feinen Sand mengte. Die Theile wurden mit Wasser zu einem Teig geknetet, und in die Formen geworfen, dann aber vier Tage und vier Nächte über in einem Ofen, bey heftigem Steinkohlen-Feuer gebrannt. Diese Steine halten sich selbst zu einem Brennofen gut, und man drückt darauf in den Formen allerley Verzierungen ab. Da sie den zwölften Theil, während des Brennens, an ihrer Länge verlieren, so kann man sie nach einem bestimmten Maaſs zu dem mit Laubwerk verzierten Friesen, zu Trygliphen, Wappen, Kaminen, Gesimsen, Säulen, zu Thüren- und Fenster-Einfassungen, folglich auch zu den Brückenverzierungen, mit Nutzen gebrauchen. Endlich bemerke ich, daſs in Paris bey Goery, über die Verfertigung der künstlichen Steine, folgende Schrift erschienen ist, die der Ingenieur prüfen und daraus das Brauchbare, bey einer sich darbietenden Gelegenheit, anwenden wird. Der Titel ist: l'art de composer des pierres factices aussi dures que le caillou par Fleuret deux Vol. in 4. prix 40 francs.

VIERTES KAPITEL.

Von der Anlage und dem Bau der Wehre.

§. 114.

Die *Wehre* sind im Allgemeinen solche in den fliefsenden oder ihre Höhe wechselnden Gewässern aufgeführte Bauwerke, welche die Anschwellung oder Stauung des Wassers, zu einem gewissen Zwecke, bewirken; und in dieser Rücksicht nennt man sie im Allgemeinen *Stauwehre* (batardeaux, ou chaussées). Insbesondere heifsen dieselben aber *Separations-* oder *Schöpfwehre* (jettées) *), wenn sie nur in den Fluſs hinein gelegt sind, daher den Strom nicht vollkommen abschlieſsen, wie z. B. die Wehre bey *Frankfurth* (siehe Nro. 1. 2. 3. und 4. Tab. 103.) auf dem Plan des Mayns, oder die Wehre bey *Regensburg*. Sind die Wehre nach einer und derselben Höhe in den Hauptflüssen gelegt, so bilden sie einen Rücken, worüber das höhere Wasser fällt, und heifsen *Ueberfallwehre* (déversoirs ou chaussées) oder *oberflächliche-Ablässe*, *Ueberlaſswehre* oder *Ueberfälle*. *Ablässe* (decharges) heifsen die Wehre, wenn sie nicht in dem Hauptfluſsbette, sondern an der Mündung eines Nebenarmes oder Canals angelegt sind; sie bilden daher Einschnitte in die Ufer und liegen gewöhnlich niedriger, als das *Hauptwehr*, indem sie zur Abführung der Hochgewässer dienen. Sind in einem Wehre Einschnitte oder Oeffnungen gemacht, die mit Balkenwänden oder Schützen, zur Aufstauung des Wassers, zugeschlossen und zur Durchlassung der Hochgewässer geöffnet werden können, so heifst ein solches Wehr *Durchlaſswehr* (épanchoir) Fig. 5. Tab. 76., wie denn auch das in Baiern in *Landshut* erbaute und auf Tabelle 101. und 102. gezeichnete Wehr, ein *Durchlaſs-Wehr* ist. Da sie zur Vermeidung der Ueberschwemmungen wesentlich beytragen, so kann man sie auch *Entwässerungs-Wehre* nennen. Hat das Wehr eine Oeffnung, und nur kleine Wiederlager oder kurze hölzerne Seitenwände, und kann dasselbe mit einer *Schütze* geschlossen werden, so heifst dieses Schütz ein *Ablaſsschütz* (passelis) Fig. VI. Tab. 80. Geht die Oeffnung desselben bis auf den hydrometrischen Abhang des Flusses, siehe

*) Solche Wehre, die mit ihrer Spitze oder ihren Vorkopfe in den Strom hineingehen, schöpfen das Wasser eines Fluſsarmes gleichsam auf, indem sie einen Theil der Strommasse in denselben einleiten; in dieser Hinsicht kann man sie Schöpfwehre nennen, und Separationswehre, weil sie die Strommasse theilen.

1. Band S. 20., so heiſst diese Oeffnung ein *Grundablaſs* (épanchoir à fond). Auch die Durchlaſs-Oeffnungen in dem Durchlaſs-Wehre sind Grundablässe. *Damm-Wehre, Teich-Dämme* oder *Stau-Wehre* (reversoirs) Tab. 80. Fig. III[a] und III[b], sind solche Wehre, die über die höchsten Gewässer empor steigen, und dieselben nur durch ihren innern Bau abflieſsen lassen. Man legt sie vor Mühlteichen und Wasserbehältern an, wie denn an dem Bassin oder dem Teich von *St. Ferriol*, der citirte Wehrdamm liegt.

Soll über ein Wehr, dem Canale zu, das Wasser nur in bestimmter Menge, zuflieſsen, so nennt man dasselbe *Zuführungs-Wehr* (cale) Fig. II. *a b c* Tab. 80. Es hat zugleich die Bestimmung, Materialen, als Steine und dergl. oberhalb zurück, also vom Canale abzuhalten. Zuweilen schlieſsen solche Wehre die Materialfänge oder Bassins, worin sich das Material des Speisekanals sammelt, vom Canal ab, Tab. 76. Fig. 10. und 11. Gehen durch eine Wehröffnung Schiffe, indem man dieselbe mitmelst Balken verschlieſst: so heiſst sie ein *Schiffs-Durchlaſswehr* (Pertuis). Die Schiffsdurchlässe sind vorzüglich auf der Charente in Frankreich angelegt, um den Fluſs zur schiffahrtsfähigen Höhe aufzustauen. Siehe Fig. 3. Tab. 76. Zuweilen benennt man die Wehre auch nach ihren Zwecken. Stauen sie das Wasser zur Betreibung der Mühlen, Eisenhütten und Hämmer: so heiſsen sie *Mühl-Wehre, Eisenhütten-Wehre* und *Hammer-Wehre.* Dient ein in dem Wehre liegender Ablaſs zur Durchlassung der Floſse, so heiſst dasselbe *Floſsablaſs.* Ist auf ein Ueberfall-Wehr eine aus Stecken gemachte Wand, in welcher die Stecken oder kleinen Balken durch eine Holbe gehn und an eine Schwelle des Massiven-Wehrtheiles gelehnt sind, angebracht, um während den Holztriften das Floſsholz in dem Hauptflusse zu halten, um dennoch einen Theil des Wassers zwischen den Stecken, die gleichsam einen Rechen bilden, durchzulassen, siehe 1. B. S. 283, so heiſst das Wehr ein *Rechen-Wehr* oder *Rechen*, weil die Steckenwand eine Art Rechen bildet. Sind darin Schütze angebracht, vor denen, während der Holztrifft, Stecken gestellt, und diese Schütze geöffnet werden, so nennt man es in Baiern *Abrechen.* Der bey München liegende Abrechen ist z. B. die Ursache der Ueberschwemmungen, weil seine Sohle zu hoch liegt, und die Oeffnungs-Art der Schütze so unbequem ist, daſs man dieselbe nicht ziehen kann, wenn das Triftholz vor den Stecken liegt und hoch steht. S. 1. B. S. 282 u.s.w.

Grundsätze, Maximen und Beschreibung einiger Wehre.

§. 115. Wenn man *beym Wehrbau* von allen übrigen Rücksichten, bey der Anlage eines Wehres, abstrahirt: so ist die erste Frage, welche Richtung soll das Wehr auf die Richtung des Stromes haben?

Wird erwogen, daſs die über ein Wehr stürzende Wassermasse mit eben diesem Wehre *a b* Fig. 35. Tab. 94. rechtwinklicht, also auf das Ufer *a c* anfällt, und

dasselbe zwischen *a e* fortzureifsen strebt; da wir hinten oder unterhalb allen solchen schief mit der Richtung des stromes angelegten wehren, einen Ufer-Abbruch, *a d* antreffen: so ist es klar: dafs jedes Ueberfall-wehr entweder unter einem rechten winkel mit dem stromme, wie *f g*, oder in einem Bogen *e*, oder in der Mitte so gebrochen, dafs seine zwo schenkel, in der Mitte des Flusses, zusammenstossen, und etwa einen rechten oder gröfsern winkel bilden, angelegt werden müsse. In allen diesen Fällen werden die über das wehr stürzenden Hochgewässer und Eismassen von denen darunter liegenden ufern abgewendet, und der Mitte des Flusses zugeführt, so dafs das überstürzende wasser gegeneinander fällt, folglich dessen Kraft gleichsam gebrochen wird, daher nicht tiefe Auswühlungen des Flufsbettes, unterhalb dem wehre, hervorbringen kann. Dafs man den wehren bis jetzt eine schiefe Richtung auf den strom gegeben, und nach einer geraden Linie gelegt hat, geschah in der grundlosen Ueberzeugung, dafs dadurch dem Leitcanal *b x* eine gröfsere wassermasse zugeführt werden könne. Diese Hoffnung kann aber so lange nicht in Erfüllung gehen, als bis das wehr nach dem Leitcanal oder dem Ablafsschütze zu, niedriger als nach der entgegengesetzten seite gelegt wird, welches man gleichwohl nicht gethan hat. Man mufs demnach, zur Erreichung dieser Absicht, das wehr gegen die Mühl-canäle senken, um dem wasser dahin einen bessern zug zu verschaffen, als nach dem übrigen Theil des wehres; in dieser Hinsicht mufs der Flofs-canal auch in der Nähe des Mühl-canals gelegt werden.

§. 116. Die zweyte wichtige Bestimmung, bey der Anlage eines Ueberfall-wehres, bezieht sich auf die Figur oder Gestalt seines Queerdurchschnittes, damit dasselbe so dauerhaft als möglich gemacht werde. Diese Bestimmung läfst sich jedoch nur in der Ausübung bey solchen wehren anwenden, deren Mauerwerk aus grofsen werkstücken besteht, und auf einen festen Pfahl- und schwellgrunde liegt. Wenn man nämlich bey einem wehr den Ueberfall des wassers betrachtet: so wird man gewahr, dafs derselbe nach einer der Parabel sich näherenden krummen Linie vor sich geht, wiewohl die untere wand des wehres vertical stehet. Es ist sonach klar, dafs des wehres Abfall von dessen sattel oder spitze, d. i. dessen untere wand anfangs convex, dann aber concav seyn sollte, wenn sie dem wasser, in allen Punkten, einen gleichen widerstand darbieten, d. i. den geringstmöglichsten Angriff auszuhalten haben soll, folglich auch das überstürzende wasser allmählich auf eine Horizontalfläche gleiten mufs. Die Bestimmung dieser krummen Linie beschäftigte mehrere Mathematiker und *Bossut* hat dieselbe in der mit *Viallet* von den Deichen gemeinschaftlich verfafsten schrift, theoretisch zu bestimmen gesucht. Die von denselben gegebenen Formeln sind, nach ihrem eigenen Geständnifs, in Praxis nicht anwendbar, daher geben sie folgende geometrische construction, die man anwenden kann, und die ich selbst mit dem befsten Erfolge in Ausübung gebracht habe. Es sey Tab. 94. Fig. 36. die verticale Höhe des wehres *a b*; desses Fufspunkt *c*: so mache man die Grundlinie $2\frac{1}{2}$ mal

so grofs, als die Höhe *a b*; ziehe von *b* nach *c* eine Linie; beschreibe aus *a* den Bogen *b c d*; errichte aus *c l* auf die Linie *a c* ein Perpendikel, theile *d c* in zwey gleiche Theile *u l* und errichte aus *l* auf *d c* das Perpendikel *l h*; beschreibe endlich aus *h* den Bogen *d l c*: so entsteht die verlangte krumme Linie *b d l c*, welches eine Sinosoide ist. Die vordere Wand eines Wehres kann der grofsen Böschung entbehren, denn sie leidet keinen Angriff, weil der Stofs des Eises und Wassers nur die obern Lagen des Wehres trifft.

Da die Stärke und Dauer des Wehres abhängt a) von dessen Richtung auf den Strom; b) dessen Fundirung; c) von der Construction; d) der Breite seines obern Theils; e) der äufsern Böschung, und f) von dem die Unterwaschung behindernden Sturzbette; so mufs auf alles dieses Rücksicht genommen werden. Bey dieser angegebenen Form der Ueberfall-Wehre ist daher der obere dem Angriffe oder Uebersturz des Stromes und der Eismassen blofsgestellte Theil mit der gröfsten Sorgfalt zu machen; man verbinde zu diesem Zweck die Werkstücke mittelst steinernen Dollen, wovon jede Dolle in die zwo Vertiefungen zwoer Steine zu liegen kommt, und die das Verschieben der Steinlagen verhindern, wie dies beym Bau des Leuchtthurmes auf Edystone S. 209. beschrieben ist. Zur Ausführung werden nach dieser krummen Linie mehrere Chablone gemacht und darnach die zur Oberfläche nöthigen Werkstücke gehauen; in Cement gelegt und die äussern Fugen mit Wasserkitt ausgestrichen. Dieser angegebenen Form hat sich auch *Perronet* bey den Ueberfällen und Grundablässen am Canal von Bourgogne bedient, welche in Fig. II. *a b c* Tab. 80. dargestellt sind; die, weil nur ein unbedeutender Strom, viel weniger Eis darüber fällt, keine so künstliche Verbindung mit den Dollen, als ich eben beschrieben habe, erfordern. Die vordere Wand dieser Wehre, welche Ueberfälle und Grundablässe zugleich sind, ist daher perpendikulär von Ziegel aufgeführt, und mit Werkstücken *f f* gedeckt. Die Schütze *c c* (Ablafsschütze) werden mit Hebel oder mit der Hand gezogen. Ueber das Wehr liegt eine hölzerne Brücke *a b*. Solche oder ähnliche Brücken sind über alle oberflächlichen Seitenablässe bey Canälen, zu Wege für die Zugpferde, nothwendig. Damit aber das Mauerwerk von den Schiffen nicht beschädiget wird: so mufs vor demselben eine mit einer Holbe bedeckte Pfahlreihe *l l* geschlagen werden.

Der erfahrne Ingenieur sieht leicht ein: dafs nach dieser krummen Linie nur mit grofsen Werkstücken und in Flüssen, die weder reissend sind, noch einen heftigen Eisgang führen, oder in Bächen gebauet werden kann, und andere Materialien wieder eine andere denselben angemessene Form des Wehres nothwendig machen. Mit Bruchsteinen gebe man daher dem Wehr eine Gewölbform Fig. 37. Tab. 94.; nehme zur Oberfläche die gröfsten Steine; lege das Innere in Cementmörtel, keile alle Zwischenräume desselben, so wie die Oberfläche mit kleinen Steinen aus, und wo Schiefersteine zu haben sind, bediene man sich ihrer zum Auskeilen der Oberfläche; streiche alle Fugen mit Cementmörtel und Oelkitte aus. Unterhalb beyderley so

construirten Werken wird dann ein aus Faschinenbau gemachtes, zwischen Verzäunungen Bruchsteinen oder Kiesel bedecktes Sturzbett gelegt, dessen Länge die untere Dicke des Wehres, und wo grofse Eismassen gehen, noch mehr betragen mag; welches Sturzbett mit Bretter oder Planken zu bedecken ist, die man über ein Rostwerk legt und darauf nagelt. Ein solches Sturzbrett mag auch aus Fachwerke, die man mit Steinen füllt, bestehen, und die mit Planken bedeckt werden, wie dies bey dem Landshuter-Wehr (Tab. 102.) geschehen ist.

§. 117. Alle Flüsse, in denen man Ueberfall-Wehre anlegt, schwellen zu gewissen Zeiten des Jahres dergestalt an, dafs sie nicht nur die Uferlande, sondern auch Städte und Dörfer überschwemmen, weil diese Wehre den Strom unnatürlich in die Höhe treiben. Zur Verhütung dieser Nachtheile sollten die Wehre aller Art dauerhafte *Grund-Ablässe* haben, und zwar von einer solchen Profilweite, dafs dadurch die Hochgewässer unschädlich abgeleitet werden können. Die Grundlafs-Oeffnungen können verschlossen werden mit Aufzieh- und Deckschützen, mit Drehthoren und beweglichen Balkenwänden. Ferner mufs des Wehres Oberfläche, zur Abwendung der Ueberschwemmungen, so niedrig gelegt werden, wie es die zur Treibung der Maschinen, d. i. zur Leitung des Wassers nach dem Gerinne dieser Maschinen hin, erforderlichen Stromhöhe zuläfst. Da dieser §. für die Agrikultur äusserst wichtig ist, so kann ich die Befolgung nicht genug empfehlen. Leider haben die Regierungen denselben selten beachtet, und daher ist es denn gekommen, dafs die Mühlen, Hammerwerke und fast alle von den Flüssen und Bächen getriebenen Maschinen, die verderblichsten Ueberschwemmungen, selbst Moräste und ungesunde Viehweiden verursacht und ganze Waldungen verdorben haben. Dies alles kann demjenigen nicht auffallen, der es weifs, dafs bis jetzt kein einziges Land, solche die Benutzung der öffentlichen Gewässer betreffenden Gesetze und Verordnungen hat, welche den Grundsätzen der Wasserbaukunst entsprechen, daher den Gebrauch des fliefsenden oder aufgestauten Wassers, zur Betreibung der Maschinen, mit den Vortheilen der Agrikultur und der Forstoekonomie vereinigen!

§. 118. Die Construction eines Wehres im Allgemeinen anbetreffend, so mufs die Fundation solide, die vordere Böschung hinreichend seyn, und welche Bauart man auch wählen möge, so mufs dem Wehre unterhalb ein festes Sturzbett gegeben werden, welches dem Angriffe der Eismassen, und des über das Wehr oder durch die Wehröffnungen stürzenden Stromes widerstehen soll.

§. 119. Nach der oben bezeichneten Fig. 36. und 37. Tab. 94. dargestellten Art kann der vordere Theil des Wehres nur dann construirt werden, wenn man beym niedrigsten Wasserstande den Strom seitwärts geleitet hat. Wo dies nicht zu bewerkstelligen ist, da müssen zwo mit Holben zu deckende Pfahlwände, etwa einen Schuh unter den niedrigsten Wasserstand, zu beyden Seiten des Wehres, geschlagen werden, und wo der Boden flüchtig ist, müssen sie aus Planken und Nuthpfählen bestehn, die mit Queer-

riegel sorgfältig zu verbinden sind. Diese Dammkiste wird dann mit Ziegelgraus, Bruchsteinen und Kalch oder Cementmörtel gefüllt, und erhält vorne und hinten einen Faschinenbau, worauf man wieder Steine und Kalch oder Thon wirft. Einen oder zwey Schuh unter dem niedrigsten Wasser, bis so tief die Pfähle abgeschnitten werden, wird sodann, nach den vorgeschriebenen zwo Constructionen, aufwärts gebauet.

§. 120. Bey manchem Local sind aber auch die Bruchsteine nur mit bedeutendem Geldaufwande oder gar nicht zu haben. Da lege man also einen Faschinenbau an, dessen Krone 12 bis 24′ breit, und dessen äussere Böschung zweymal die Höhe; dessen vordere Böschung die Hälfte der Höhe betragen mag. Damit das Wasser durch ein solches Buschbett so wenig als möglich durchdringe, so müssen die Buschlagen mit Thon, Lehm und Kiesel oder Ziegelgraus und lebendigen Kalch bedeckt werden. Vor der obern Wand wird dann Ziegelgraus, oder es werde Kiesel davor geschüttet, welche Masse man mit lebendigen Kalch bedeckt, der in die Zwischenräume einschlämmt. Mit Thon, Kiesel und Kalch beschütte man auch die vorletzte Lage Busch, vier Zoll hoch. Endlich werden auf dem Bau und zwar auf der Krone und der hintern Böschung 6 Zoll bis einen Schuh hohe Verzäunungen gemacht, zwischen denen man die gröfsten Kiesel oder Mauerschutt mit grofsen Steinen, wirft. Wo es thunlich ist, begiefst man den Bau mit Cement. Anfänglich läfst ein solches Faschinen-Wehr noch etwas Wasser durch, sobald aber ein hohes feines Material bringende Wasser über dasselbe stürzt, schlämmen alle Zwischenräume zu und der Durchzug des Wassers hört gänzlich auf. Anstatt der Verzäunungen bedecke man den Faschinenbau auch mit Rundhölzer, die durch eingerammte Pfähle gelocht werden, und mache auch von diesen ein, nach Art der Blockhäuser construirtes Kistenwerk (s. Tab. 103. den Traunfall) welches mit Steinen gefüllt wird. In Flüssen, die nur vier Fufs Geschwindigkeit haben, kann man blos aus einem Faschinenbau aufgeführte Wehre anlegen; nur müssen die obern Lagen aus grünen Weiden oder Pappeln bestehn und früher gelegt werden, als der Saft in das Holz tritt, damit sie nicht von der Sonne und Luft ausdürren und dann in Verwesung übergehen, vielmehr junge Loden treiben.

§. 121. Wo kleine Bruchsteine aber nicht Faschinenholz, sondern Bauhölzer von mittlerer Gröfse, zu haben sind, ramme man zwey oder drey Holzwände von Pfählen, nach der Queere auf 10 bis 12′ Abstand, ein, verbinde dieselbe mit Queerhölzer, fülle den Zwischenraum mit Bruchsteinen und Mauerwerk, bedecke den obern Theil mit Fachwerk, worüber entweder vierzöllige Planken genagelt werden, die eine schiefe Fläche bilden müssen, oder worin Steine regelmäfsig aufgesetzt werden, die man mit Dielen bedeckt. Anstatt der schiefen Fläche eines Wehres mache man den Fall auch in mehreren Absätzen, um die Geschwindigkeit des darüber stürzenden Wassers, folglich seinen Angriff zu mäfsigen. (Siehe das Oettinger Wehr. Tab. 103.) Da, wo der Grund aus feinen Sand besteht oder locker ist, ramme man unter dem Sattel des Wehrs, in seiner vordern Wand, mehrere Reihen Dammpfähle oder Dammplanken,

dicht neben einander, oder füge dieselben regelmäfsig ineinander, und fülle die Zwischenräume mit Bruchsteinen, Kiesel und frisch gelöschten Kalch, wie ich beym Wehr von Alten-Oettingen habe thun lassen. Endlich wird unter dem Wehr ein niedriges mit Bruchsteinen ausgefülltes Fachwerk, welches auf Grundpfählen ruhet, und dafs das Sturzbett macht, angelegt. Wie eine ähnliche Bauart in der Mitte einen scharfen Rücken formiren kann, dies zeigt das über den Orbflufs bey Bezieres Tab. 76 u. 93. angelegte Wehr, welches unten näher beschrieben wird.

§. 122. Bey *Wehre*, die man über einen felsigten Boden anlegt, müssen allemal, einige ihrer Theile, in den *Felsen* selbst hinein gehen, damit sie dem Angriffe der Eismassen und des Stromes, den gehörigen Widerstand leisten. Man bohrt zu dem Ende, Löcher in das felsigte Bett des Flusses, auf eine Tiefe von 2 bis 3 Fufs, stellt darin Pfähle und lehnt gegen diese eine, an die Pfähle fest zu nagelnde Wand, von eichenen Dielen; oder es werden zwey Reihen Pfähle, in zwey Reihen Löcher, die man auf 4 bis 8 Fufs Abstand, je nach der Gröfse und Schnelligkeit des Stromes, macht, eingesetzt, dagegen zwey Balkenwände gelehnt und befestigt; auch einige Queerwände angebracht, und eine solche Dammkiste wird mit Bruchsteinen, Kiesel, lebendigen Kalch und Ziegelbrocken ausgefüllt, die Oberfläche aber mit grofsen Steinen gedeckt und mit eichenen Planken bedielt. Vorsichtiger und stärker müssen die auf ein Felsenbett vertical in *reissenden Bergflüssen* zu legenden Wehre gemacht werden. Anfangs bohre man in einer Entfernung von 3 bis 6 Schuh, 2 bis 3 Schuh tiefe, und drey Zoll weite runde Löcher nach der Richtung der vordern Flucht des Wehres, welches zum sichersten, in der Mitte, im Winkel gelegt, und wo möglich an hervorstehende Felsen angelehnt seyn mag. In jedes Loch setze man einen 4½ Schuh langen eisernen Keil, und auf diesen schiebe man einen eisernen Bolzen, der in der Mitte gespalten ist, also zwey Federn hat, und dessen oberer Theil 2 Zoll 11½ Linien dick sey; treibe diesen Bolzen auf den Keil ganz fest an. Stehen nun diese Keile 3 Schuh aus dem Felsengrunde hervor, so nehme man Balken, bohre durch dieselhen, auf den oben angegebenen Abständen, 3 Zoll breite Löcher, lege diese auf Keile, und treibe sie bis auf das Flufsbett, wobey zugleich die Unebenheit desselben unter den Balken mit Moos ausgestopft werden mufs. Jetzt lasse man durch diese Balken andere Queerbalken ein, die man auch zugleich legen kann, und über diese wieder Queerriegel, und fülle die Zwischenräume mit Kiesel, Bruchsteinen und lebendigen Kalch. Soll die Höhe des Wehres höher als die eisernen Keile werden, so lege man Balken auf Balken, und befestige immer die obere Lage auf die untere mit 2 Zoll starken und 24 Zoll langen eisernen Nägeln. Auf diese Weise kann man zwey Reihen solcher Balkenwände schlagen, und ein Kistwerk formiren, auch gleich über das niedrigste Wasser die Kästen mit eichenen Planken bedielen, dann abermahls die Erhöhung fortsetzen, und ein zweytes ausgefülltes Kistwerk bedielen, über dieses aber, nach den Strom zugekehrte und gegen die vordere Balkenwand angestützte Balken,

nageln, daher diese Stützwand oder diese Haupt- und Vorwand des Wehres, vermittelst einiger Balken, über die Decke des Fachwerkes, erhöhen. Diese Construction kann ich, der damit gemachten Erfahrung nach, sehr empfehlen; sie ist auch bey Füssen in Baiern im *Lechflusse*, bey dem dortigen Wehr, ausgeführt: ein Wehr, welches einen sehr schönen Wasserfall bildet.

§. 123. Zu den merkwürdigen Ueberfällen längs Canälen, die diesen ihr überflüssiges Wasser abführen, sind die längs dem Canal des Herzogs von *Bridgewater* in England angelegten Ueberfälle Tab. 94. Fig. 40 u. 41. zu zählen. Solch zirkelrunder in der Nähe des Canalufers liegender Ueberfall ist mit einem Erddamme umgeben. Das im Canal zu hoch gestiegene Wasser fällt über die Mauer in den runden Schacht, und von da läuft es unterirdisch im gemauerten Stollen bis in dem auch das Feldwasser aufnehmenden Seitengraben. Diese nachahmungswerthe Ueberfälle sind von guten Ziegel- oder harten Werkstücken erbauet.

§. 124. Unter allen Bau-Constructionen ist jedoch bey zweckmäſsigen Wehren diejenige die beſste, deren Gründung aus einem Faschinenbau besteht, durch welche Pfähle eingerammt werden, worauf ein Schwellrost gelegt, und darauf eine solide Mauer errichtet wird, und wobey das Sturzbett aus Fachwerken besteht, die man mit Bruchsteinen, Kiesel und lebendigen Kalch ausfüllt und dann bedielt, damit der Strom und Eisgang die Steine aus den Fachwerken nicht ausstoſsen kann. Die Schwellen dieses Fachwerkes müssen aber auf eingerammten Grundpfählen befestigt seyn; eine Construction, die ich beym Landshuter-Wehr ausgeführt habe!

§. 125. Welche Construction man auch den in Flüssen gelegten Wehren geben mag, so müssen sie doch Grundablässe haben. Diese lassen sich queer in denen mit Werkstücken bekleideten Wänden zum besten anbringen, weil sie glatt sind. Darin legt man daher Balkenwände und Drehthore. Bey dieser Einrichtung können die Oeffnungen eine Weite von 10 bis 33 Schuh erhalten. Kann man aber über das Wehr einen Steg anbringen, um zu den Ziehschützen zu kommen, oder können die Grundablässe in der Nähe des Ufers angelegt werden: so sind die Ziehschütze zwischen die Nuth- oder Griessäulen (Nuthständer) einzulassen, und mittelst hölzerner oder eiserner Schrauben Fig. 7. Tab. 89. oder einer Winde Fig. 10. 11. 37. und Tab. 100. Fig. 15., aufzuziehen.

§. 126. Die Sperrung der Wehröffnungen mit Balkenwänden ist meines Wissens nirgends bey einer gröſsern Anlage als bey dem Wehr von *Landshut*, und früher bey dem Canal von Languedoc, den ich in Zukunft den mittäglichen Canal nennen werde, ohnweit *Beziers*, bewerkstelligt worden. Dieses letztere in den *Orbfluſs* gelegte Wehr ist auf Tab. 76. Fig. 3. 4. 5. und Tab. 139. Fig. 1. 2 und 3. dargestellt. Dasselbe ist ein Stau- Ueberfall- und Durchlaſswehr zugleich. Dessen sechs Oeffnungen, jede zu 9 Schuh weit, werden nämlich zugesetzt, wenn der Orbfluſs, der den Canal auf eine Länge von 500 Klafter bildet, so niegrig steht, daſs die nach *Agde* gehende Canal-

haltung und die bey Beziers liegenden Mühlen, bis zur Kammerschleuse von Portiragnes, dessen Aufstauung benöthigt sind. Steigt dieser Flufs aber etwa 4 Fufs über seinen niedrigsten stand, so fällt derselbe über das wehr *f l o* Fig. 3. Tab. 76. dessen Profil in Fig. 9.; besser und deutlicher aber auf Tab. 93. Fig. 3. dargestellt ist. Dies wehr wird in dürren Jahreszeiten, worin der Orbflufs wenig wasser führt, mittelst einer stauwand *e*, die man fortnehmen kann, erhöhet, um den Flufs etwa 6 schuh hoch als ein speisewasser des canals, aufzustauen. Bey dem niedrigsten stande desselben sind nicht nur alle sechs Oeffnungen mit Balken geschlossen, sondern es wird auf diese sechs Balkenwände Fig. 1. noch eine drey schuh hohe Plankenwand gesetzt. Bey der Rothenbrücke, d. i. da, wo der Canal den Orbflufs verläfst Tab. 76. Fig. 3., ist ein stemmthor *g* oder eine stauschleuse angelegt, die die Hochgewässer und die von demselben führenden Kiesel und Materialien aller Art von dem nach Agde gehenden Canalast abhält, und die man wegen dem geringen Unterschiede der Canalhöhe unterhalb und des Orbflusses oberhalb, sobald es die schiffahrt erfordert, öffnet, welches jedoch bey den höchsten Anschwellungen des Flusses nicht geschehen kann, wobey diese gänzlich stockt. Die verschliessung und Oeffnung der sechs Balkenöffnungen geschieht folgender Massen: die Mauerpfeiler *A* und *B* Fig. 38. Tab. 94. haben vorsprünge, woran die Balken angelegt werden, die abgerundet sind, und nicht gegen einander überstehen. Auf dem einen Pfeiler ist der vorsprung bey *a*, auf den andern bey *b* angebracht. Bey *c* steht ein beweglicher Drehständer, der unten einen auf den Boden des wehres eingegossenen Ring hat, womit sich derselbe dreht und daher die horizontale Lage auf den Boden annehmen kann. Oben wird er von einem aus Eisen gemachten und leicht zu öffnenden Halsbande gehalten. Sobald die zusetzbalken an die Falze beyder seitenmauern eingelegt werden sollen, so dreht man den ständer so, dafs dessen breite Seite einige zoll vor die lange seite des Pfeilers hervor steht. Zwischen demselben und der Balkenwand wird ein Holz gesteckt, welches an die abgerundete seite des ständers gelegt wird, und wodurch dieser besser an dem einen Balken anliegt. Da das steigende wasser des Flusses die Balkenwand gegen den ständer, der auf dem Boden des wehres an einem zapfen oder Ringe befestigt ist, andrucken und ihn niederwerfen, folglich die Balkenwand, welche von dem ständer gehalten werden soll, öffnen würde: so ist auf der oberfläche eines jeden Pfeilers diese vorrichtung gemacht, um den ständer, so lange es nöthig ist, in dem verticalen stande zu erhalten. Darauf ist nämlich eine etwa vier zoll vor den Pfeiler *A* hervorragende Schwelle *d e* (siehe auch Fig. 2. Tab. 93.), befestigt. Zwischen dieser und dem Drehständer wird eine spreitze *f* nieder geschlagen. Ist nun der Orbflufs so hoch gestiegen, dafs eine oder mehrere Balkenwände geöffnet werden sollen, so wird diese spreitze in die Höhe und weggeschlagen, der Drehständer mittelst des wasserdruckes gegen die Balken seitwärts gedruckt, und endlich auf den Boden gelegt; dann springen die Balken einer nach dem andern auf

auf und aus ihrem Lager, welche sämmtlich an einer Kette befestigt sind, und schwimmen, in dem durch die Oeffnung stürzenden Strom. Ueber die sechs Balkenwände gehn so viele Drehbrücken, die nicht nur zu dem beschriebenen Manöver, sondern auch zur Aufsetzung einer aus drey Planken bestehenden drey Schuh hohen Stauwand *a b* Fig. 1. Tab. 93. dienen. Dieselbe ist nothwendig, um den Orbflufs bey dürrer Jahrszeit so hoch, als eine andere auf dem Ueberfallwehr angebrachte Stauwand Fig. 3. reicht, aufzustauen. Diese zwischen hölzernen vertikal aufgestellten Zwingen und in eine auf dem Werke liegenden Nothschwelle stehende Wand *a b* Fig. 1. erspart die gröfsere Höhe der Pfeiler und Balkenwände.

Mittelst diesen Werken, die gröfstentheils von dem Ingenieur *Niquet* (1720) angegeben und erbauet worden sind, hat man also eine der schwierigsten und zusammengesetzten Aufgaben bey diesem Canal aufzulösen gesucht, und auf die wir noch einmal bey der Beschreibung des Canals selbst kommen werden.

§. 127. Von dieser Einrichtung ist diejenige verschieden, welche an eben diesem Canale, da wo der *Ognon-Bach* ihn kreuzt Fig. 14. 15. und 16. Tab. 93.) angetroffen wird. Sie giebt ein lehrreiches Beyspiel ab: wie man die Wehre anlegen müsse, um das Wasser aus tiefliegenden Flüssen, die von Canälen passirt werden, in diese Canäle, zur Zeit der Dürre, einzuleiten und bey Hochgewässern Flufswärts abfallen zu lassen. Der mittägliche Canal hat hier nämlich zwischen zwo Kammerschleusen und einer Stauschleuse (Halbenschleuse: Demiècluse, wie sie die Franzosen nennen) einen gleichen Wasserpafs, und ist zwischen Dämmen, die die *Ognon-Wehre* bilden, welche dem zur Schifffahrt erforderlichen Wasserstande gleich liegen, eingeschlossen. Das linkseitige Wehr staut den Ognon-Bach dergestalt auf, dafs derselbe ein Speisewasser (Prise d'eau) für den Canal abgiebt, und das rechtseitige ist ein niedriges Ueberlafswehr. Das grofse von der Stauschleuse angehende Wehr (chausée genannt) liegt so hoch, dafs in dem Canalstück (Canalet) zwischen der Stauschleuse und der gekuppelten Schleuse, stets eine schiffbahre Wasserhöhe statt findet. Wenn die oberhalb der Schleuse von Ognon liegende Canalhaltung zu viel Wasser hat: so wird der Ueberflufs durch einen Seitenablafs (Rigole de fuite) in den Canalet, über das niedrig liegende Ueberlafswehr, geführt, indem diese Leitung von einem hohen Ufer abgehalten wird, in das zwischen diesen Ueberlafs und dem Hauptwehr liegende Wasserbecken einzufliefsen. Damit der Canalet erniedrigt werden kann, ehe man das Stemmthor der Stauschleuse zu eröffnen im Stande ist, so sind, auf der rechten Seite der Stauschleuse, drey Grundablässe, die man in Fig. 16. sieht, und in der linkseitigen Schleusenwand *ein* Grundablafs angebracht. Der letztere und einer von den dreyen dienen wesentlich zur Wegschwemmung der vor das Stemmthor sich sammelnden Materiale, und das dessen Oeffnen verhindern müfste. Vor dieses Thor wird zu dessen Unterstützung, während der Ognon hoch anschwellt, eine aus Balken bestehende Pfalz- oder Nuthwand eingesetzt, die man auch bey Ausbesserung der

Stauschleusen gebraucht. Läuft dann der Ognonbach sehr an, und bringt er viel Material; so werden die vier Grundablässe und das Stemmthor, zuweilen auch die Nuthwand, geschlossen, damit die Canalhaltung bis zur Schleuse *Pechlaurier*, weder dieses Material, noch des Wassers zu viel empfange. Die zwo Wehre längs dem *Canalet* sind von Holz. Das große Ueberfall- und Stauwehr (la Chausée) ist aber massiv mit großen Werkstücken bedeckt und auf einen Felsgrund gelegt.

§. 128. Zur Vertheilung des Stromes in großen Ableitungen legt man gleichfalls Wehre an, die mit Drehthore, Aufziehschütze und Balkenwände geschlossen werden. Ich will hier eines der größten Wehre der Art, die ich gesehen habe, als Beyspiel anführen. Aus dem Etschflusse geht in dem sogenannten *Polesine* ein Canal bey dem Orte *Castagnaro*, wonach derselbe benannt ist, ab, der im Jahre 1438 ausgegraben wurde. In dessen Mündung ist das Wehr Tab. 99. Fig. 25. und 26. angelegt, welches aus 10 Oeffnungen, wovon acht mit verticalstehende und zwey mit horizontalliegende Balken geschlossen werden, besteht, und das sobald in der Nähe der Etsch, welcher ihrem niedrigsten Stande kein Wasser entzogen werden darf, verschlossen wird, und eine große Wassermasse durchläßt, wenn es nöthig ist. Dieses Wehr ist mit einem Sturzbette *A B* versehen und gewährt ein schönes Ansehen. Da, wo der *Castagnaro* sich mit dem *Tartaro* vereinigt, ist ein Durchlaßwehr, welches drey Stemmthore hat, die gegen den Canal *Bianco* (d. i. die Fortsetzung beyder Canäle) zusammenschlagen.

§. 129. Nachdem ich hier einige wichtige ausgeführte Wehranlagen beschrieben habe, die vorzüglich bey schwierigen Fällen des Canalbaues vorkommen, so will ich jetzt eines Entwurfes erwähnen, den ich zur Schiffbahrmachung des *Marchflusses* in *Mähren* (Tab. 96.) gemacht habe, und womit mehrere wichtige Absichten befriedigt werden können. Zehn Durchlaßwehre, die zugleich Stauwehre seyn müssen, sollten den Marchfluß zu derjenigen Höhe erhalten, die derselbe bey dürrer Jahreszeit, wegen 19 Mühlen, die 127 Gänge treiben, haben muß. Es ist hier noch nicht der Ort, in die zur Schiffbarmachung dieses Flusses anzuwendenden Mittel einzugehen, und ich bleibe daher nur bey der Construction eines solchen Wehres stehn. Die Bedingungen sind: daß a) das Wehr die Hochgewässer unschädlich für die Uferlande abführt, b) beym niedrigsten Wasserstande den Marchfluß dergestalt aufstaut, damit derselbe die darin gelegten Mühlen, deren schädliche Ueberfallwehre unnöthig werden, treibe, und c) die darauf einzurichtende Schifffahrt befördere. In Hinsicht der erstern Bedingung kann solch ein Wehr mit *Entwässerungswehr* (Grundablaß), in Betreff der zwo letztern, mit *Stauwehr* bezeichnet werden. Es hat daher eben dieselbe Zwecke zu erreichen, welche mit dem §. 19. beschriebenen durch den Orbfluß in Languedoc wirklich erreicht worden sind. Folgende Construction Tab. 96. habe ich der *K. K. österreichischen Regierung*, als ich noch das Bauwesen der Monarchie dirigirte, (Anfangs 1805) vorgeschlagen, nachdem ich den *Marchfluß* in allen hydrotechnischen

Rücksichten untersucht hatte. Solch in einem von dem Flusse abzusondernden Canal anzulegendes Wehr sollte bestehen: 1) Aus den zwo Seitenwänden, deren Gründung und Construction aus den gezeichneten Grundrissen und Ansichten deutlich zu entnehmen ist. 2) Aus zwo 24 Fuſs langen und 8 ½ Schuh (Wiener Maaſs) dicken Wehrpfeilern *). 3) Aus dem auf einen Pfahlrost zu legenden und mit zwo Werkstücklagen zu erhöhenden Boden. 4) Aus einem sechs Schuh dicken mit Steinen zu belegenden und 36 Fuſs langen Vorboden, und 5) aus einem eben so construirten und langen Sturzbette. Die Seitenwände sollten zur Sicherheit bey Eisgängen abgerundet werden, und am Hintertheile eine bis zum niedrigsten Wasserstande abfallende Fläche machen. Das Ufer des Entwässerungs-Canals, worin ein solches Wehr zu liegen kommen sollte, müſste längs dem Vorboden und Sturzbett mit Verzäunungen, aus grünem Pappelnholz, die mit Bruchsteinen zu bedecken wären, befestigt werden. Da die Construction des Grundbaues von den Wänden und dem Wehrboden in den Kupfern deutlich angegeben ist, so bemerke ich nur, daſs um die zwo Wehrpfeiler eine Spundwand, so wie eine Reihe Grundpfähle, Pfahl an Pfahl, jene mit einem 1300 Pf., diese mit einem 1000 Pf. schweren Rammklotze (bis zum Stehen) eingeschlagen, und der Schwellrost mit Ziegel, so wie mit Mörtel aus Chorowitzer Kalch und Sand bestehend, ausgemauert werden sollte. Die Grundpfähle in dem übrigen Theil des Grundbaues müssen auf drey Fuſs Abstand stehn; ausgenommen mitten unter dem vordern Theil der zwo Seitenwände, wo abermahls Pfahl an Pfahl zu schlagen ist. Die Deckplatten der Pfeiler und Seitenwände hatte ich nach einer solchen Eintheilung gelegt, die der Leser in den Kupfern findet, und die mir zweckmäſsig zu seyn scheint, weil sie die eisernen Klammern entbehrlich macht, und die Verschiebung der Steine verhindert. Um diese selbst beym Angriffe des heftigsten Eisstoſses zu vermeiden, sollten in dem Boden des Wehres die Werkstücklagen mittelst eines kleinen Würfels (Dollens) der in beyde Steine eingelassen wird, verbunden werden. Zur Anschwellung des Flusses, in Hinsicht der Schifffahrt und Mühlen, würde ich in denen zu der Entwässerung der Fluſsgegenden oder zu Verhinderung der Ueberschwemmungen bestimmten drey Oeffnungen, Balkenwände (jeden Balken zu 12″ hoch und 9″ dick) dergestalt einlegen, daſs sie auf der einen Seite 6″ in das Gemäuer zurücktreten. Unten mögen sie zwo viereckige Löcher, wie die Zeichnung zwoer Balken auf die angezogene Kupfertafel angiebt, haben, worin zwo an der untern Fläche jedes Staubalkens befestigte Haken eingesenkt werden, um die Staubalken auch einzeln herausnehmen, und so die Höhe der Stauwand nach Gefallen anordnen zu können. Auf der einen Seite würde ein auf den Boden befestigter vertical gesetzter Ständer die

*) Da die beſsten Steine ohnweit den Ufern des Marchflusses zu haben sind und dieselbe weiter abwärts auf der Schiffbahr zu machenden March transportirt werden können, so würde man hier und mit dem trefflichen Chorowizer Kalch, Wehre erhalten haben, die den Bedingungen der Wissenschaft und der Oekonomie entsprochen hätten!

Balkenwand halten, wenn man vor demselben hin eine eiserne auf der Oberfläche des Wehres befestigte Stange *a*, die an dem einen Ende eingekerbt wäre, und von einem Getriebe *b* in Bewegung gesetzt, d. i. hin und her geschoben würde. Sollen dann die an dem Gemäuer, mittelst einer Kette, befestigten Balken aus den Oeffnungen springen, so würde die gekerbte oder gezahnte eiserne Stange, welche zwischen zwo auf die Oberfläche der Mauer eingelassene Klammern hin und her geschoben werden könnte, vor dem verticalen Ständer, der gleichfalls von Eisen seyn mag, weggeschoben. Dieser müſste sonach von dem auf die Balkenwand ausgeübten Wasserdruck umgeworfen werden: folglich die Balken aus ihrem Lager springen, und das davor geschwellte Gewässer stürzte durch die Wehröffnungen in den Ablaſscanal und so weiter in den untern Fluſsbezirk. So wäre also die höhere Anschwellung des obern Fluſsbezirkes gehindert, wenn die Wehröffnungen der herabkommenden Wassermenge entsprechen, als worüber ich in der Folge das Nähere anzugeben gedenke. Zu dem gröſsten der zehen Wehre wären erfoderlich gewesen, a) 513 Grundpfähle, b) 98 Längenschwellen zu 30′ lang, c) 516 Spundplanken, d) 546 Bohlen, e) 170 Cubik-Klafter Bruchsteine und Ziegelmauerwerk, f) 14508 Cubik-Schuh Werkstücken zu den Pfeilern und Seitenwänden und 2268 Cubik-Schuh zu den Decksteinen, endlich g) 28 Cubik-Klafter Faschinenbau. Ein solches Ablaſswehr wurde mit den übrigen Ausgaben, ohne den Ablaſscanal, 57747 fl. gekostet haben.

§. 130. Nicht allein zum Behufe der Mühlen und Schifffahrt werden Durchlaſswehre, sondern auch zur Bewirkung der militärischen Inondationen um Festungen, angelegt. Solche bestehen in 12 bis 24 Schuh starken, und oben sich in einen scharfen Rücken oder Sattel endenden Mauern, die kleine Aufziehschütze haben, oder auch in groſse Schützöffnungen, wie zu *Herzogenbusch* und *Grave* in Holland, *Colberg* in Pommern, oder aus Balkenwände, wie zu *Gorkum* in Holland, *Ollmütz* in Mähren und *Theresienstadt* in Böhmen. In dieser letztern Festung werden die Balken, welche oberhalb Haken *a* Fig. 31. und 32. Tab. 99. haben, mittelst einer an einen 6 Schuh langen, oben aus einen hölzernen Stiel, und unten aus Eisen befestigten Oehr, und des Hebebockes *b b* aufgehoben und heruntergelassen. Zwischen den Fugen wird mit einer Stange Mist gestossen, wenn die Balkenwand gelegt ist, und das Wasser davor stehet, welches den Mist alsdann in alle Ritzen eintreibt. An jedem Hebebock sind zwey Mann hinreichend.

§. 131. Zu den bedeutendsten Grundablässen an Canälen gehört der *Grundablaſs* (Epanchoir à fond) *von Patiasse* Tab. 76. Fig. 6. 7. und 8.; der zugleich zur Brücke dient. Dieser mit 6 Schützen zu verschlieſsende von Bruchsteinen und Werkstücken aufgeführte Grundablaſs führt aus dem Mittäglichen-Canal, oberhalb den Cessefluſs, die demselben überflüssig seyenden Gewässer. Jede Schützöffnung ist 3 Fuſs weit; die Mauer ist 9 Fuſs dick. Die angezogenen Figuren zeigen dessen Einrichtung so deutlich, daſs eine nähere Beschreibung davon, unnöthig wird.

§. 132. Bey canälen ist die Anlegung einer hinreichenden Anzahl Seitenablässe, die aus Schützen, Balkenwänden und Drehthoren bestehen, oder mit Aufziehzapfen geschlossen werden können, äusserst wichtig und die Erfindung: das Wasser der canäle bis zu einer gewissen Höhe durch *Heberförmige - Ablässe* (èpanchous à siphon) zu erhalten, und das überflüſsige, ohne Zuthun des Canalwärters, bey Zeiten abzulassen (Tab. 80. Fig. IV.) ist äusserst nützlich, und ich würde sie hier beschreiben, wenn sie nicht zu dem Canalbau, also zu dem nächsten Abschnitt, classificirt werden könnten!

§. 133. Die den canälen das klare Wasser zuführenden Ueberlässe sind mit den gewöhnlichen Ueberlässen einerley. Solche *Zuführungs-* oder *Zuleitungs-Wehre* sind fast an allen canälen anzutreffen, weil das von dem Zuleitungsgraben mitgebrachte Material nicht in den canal stürzen darf, daher des Wassers Geschwindigkeit, in der Nähe des canals, zu mässigen ist. Wie *Perronet* solche Wehre an dem angefangenen canal in Bourgogne erbauet hat, zeigen Fig. VII. *a*, *b* und *c*, Tab. 80. An dem canal in *Languedoc* sind sie, wie Fig. 10. und 11. Tab. 76. zeigt, gemacht, und wenn sie Schlammbehältnisse hinter sich haben, so nennt man sie dort *cales.*

§. 134. Die *Wehrdämme*, *Teichdämme* oder *Staudeiche* (Reversoirs) haben beym Canalbau die Bestimmung, dem Wasser keinen Ueberfall, sondern einen Durchlaſs durch des Wehrdammes Körper zu gestatten: weil sie dasselbe in Sammelteichen (Bassins) aufstauen, um den einen Theilungspunkt habenden canal, wenn derselbe aus einem Flusse oder Bache nicht gespeiſst werden kann, mit Wasser zu versorgen. Man kann also dieser Bestimmung wegen sie nicht bloſs mit Dammerde aufführen, sondern muſs darin Holz- oder Steinbaue anlegen, um auf verschiedenerley Arten das gestaute Wasser unschädlich für dieselben ab- und in den Leit- oder Speisecanal zu führen. Die Oeffnungen, welche in solchen Wehrdämmen nothwendig sind, werden daselbst, wo es an Steinen fehlt, aus Balkenwänden und Holzkästen erbauet, nämlich auf die Art, wie man sie bey den Holzschwemm-Einrichtungen antrifft. In der Mitte solcher Oeffnung, die im Mittel 10 Fuſs betragen mag, wird ein Drehthor angebracht, oder es werden an einen Mittelständer, mittelst Tannenwurzeln, die Zulegebalken befestigt, so daſs zwo Lager solcher Balken zwischen den Fugen des Mittelständers und denen der Seitenwände eingelegt werden, wenn das Bassin bis auf eine gewisse Tiefe abgelaufen ist. In der Fuge jeder Seitenwand wird, sobald die Ablassung des im Bassin befindlichen Wassers vor sich gehen soll, ein mit einem Stiel versehener Keil, dessen Länge der Höhe der Oeffnung angemessen ist, hinuntergetrieben, wo sodann die Einlegebalken aus der abgerundeten Fuge herausspringen, und das Wasser abflieſst. In den Seitenwänden eines solchen Baues macht man auch kleine Aufziehschütze, um anfänglich die obern Wasserschichten des Bassins abzulassen. Auch wird zuweilen nur eine Abtheilung von Einlegebalken gemacht, wenn die Oeffnung nur 4 bis 8 Fuſs seyn darf.

§. 135. Die zwey merkwürdigsten Wehrdämme (Reversoirs) bestehen an den Bassins von *Ferriol* und *Lampy* Tab. 80 und 93. in Languedoc, zum Behuf des dortigen Canals. Der Wehrdamm am Bassin *von Ferriol* Tab. 80., der das Laudot-Thal sperrt, ist das wichtigste Werk bey dem Mittäglichen-Canal. Er besteht aus drey Mauern, wovon die mittlere und gröſste *n l*, eine Länge von 2400 Fuſs, eine Höhe von 100 Fuſs, an der Basis eine Dicke von 24 Fuſs, und oben von 6 Schuh hat. Die mittlere Mauer macht einen Körper von 5478 Cubik-Klafter. Diese Mauern, so wie das übrige Gemäuer sind auf einen Felsgrund erbaut, und der 16000 Cubik-Klafter ausmachende Zwischenraum ist mit Erde und Kiesel gefüllt. Zur Verhinderung der Filtration ist hinter der groſsen Mauer eine 6 Schuh dicke Thonlage und eine groſse Erdböschung vor dieselbe geworfen. Der innere Bau, der Eingang, so wie die verschiedenen Wasserableitungen bestehen aus folgenden Anlagen: im untern Körper dieses Wehrdammes sind zwey Gewölbe Fig. III. *a* oder Aqueducte *u* und *o* gemacht, wovon das letztere *Höllengewölbe* (voute d'enfer) heiſst, welches zur gänzlichen Ablassung des Bassins dient, und das Wasser in das Gewölbe von Vidange *k k* Fig. III. *b*, welches 9 Fuſs breit, und 12 Fuſs hoch ist, dann aber in den Leitgraben *b* des Auslasses (rigole de fuite) führt, von wo es in den ehemaligen Bach Laudot fällt. Beyde Aqueducte *u* und *o* stehen mittelst eines Schachtes in Verbindung. Um dasjenige zu verstehen, was gleich von den drey Röhren, die mit Hähnen versehen sind, gesagt werden soll, muſs man sich das Stück *n m* Fig. III. *b* über das untere Gewölbe bey *o*, d. i. über *q q* denken, wenn man eine richtige Vorstellung von der Construction haben will. Es ist nämlich in dem Kupfer zur Ersparung des Raumes seitwärts gezeichnet worden. Die vordere Mauer *d d*, worin sich der Eingang der Aqueducte befindet, ist 42 Schuh hoch und unten 20 Schuh dick. Da zwischen dem obern und untern Gewölbe über *y q*: drey Röhren liegen, so muſste von aussen eine Gallerie, d. i. ein Gewölbe *a l* Fig. III. *b* oder *l* Fig. III. *a* (voute des Robinets) gemacht werden, von dem man auf mehreren Stufen zu den bronzenen 9 Zoll im Durchmesser haltenden, und 15 Schuh 3 Zoll lang seyenden drey Röhren, die zwischen *o* und *p* Fig. III. *b* liegen, gelangt.

Dasjenige Wasser, welches der *Laudotbach* führt, wenn man in das Bassin keines mehr einlassen kann, wird seitwärts in den Leitgraben *a. e. g. i. r.* (man sehe den Plan des Bassins Tab. 80.) geführt, und zwar über ein bey *a* liegendes Wehr. Zugleich wird dann das bey *g* liegende Schütz, durch welches, während der Füllung des Bassins, der Bach *Lancastre* flieſst, zugesetzt. Da der bezeichnete Leitgraben ein starkes Gefäll hat, so ist dessen Sohle in gemauerten stufenförmigen Absätzen getheilt, um die Geschwindigkeit des darüber fliessenden Wassers zu verringern. Diese Seitenableitung des Baches Laudot ist auch während der Zeit, als das Bassin leer steht, und an den Ausbesserungen des Wehrdammes gearbeitet wird, nothwendig.

Die Leerung desselben geschieht folgender massen: 1) das bey *n* (man sehe den Plan Tab. 80.) liegende Wehr, wird geöffnet, welches gewöhnlich mit einem Schütz verschlossen ist. Dasselbe sieht man auch bey *b* Fig. III. *a*, so wie auch dessen Leitgraben. Hierdurch wird das Bassin 6 Schuh tief abgelassen. 2) Die zweyte Ablassung von 17 Schuh geschieht durch den Ablaſs *g* Fig. III. (und auf den Plan bey *m*) de la *Badorque* genannt, welcher ein sechs Schuh breites Schütz hat, und über dessen Leitgraben bey *o* eine Brücke liegt. 3) Jetzt sind noch 76 Schuh Wasserhöhe übrig. Da der Druck derselben zu stark seyn würde, um ein 70 Fuſs unter der Oberfläche des Wassers stehendes Schütz zu ziehen, so hat man die vorerwähnten drey Röhren am Ende des Gewölbes *o* angebracht, zu denen nach der entgegen gesetzten Seite auf einer Treppe herab gestiegen wird. Das aus den mittelst Hähnen geöffneten Röhren in das Ausleerungsgewölbe (voute de vidange) *k k* durch einen über *y* angebrachten Schacht stürzende Wasser macht im Gewölbe ein fürchterliches Geräusch, einen Schaum und Luftzug, ja man glaubt, daſs die Mauern selbst davon erbeben. 4) Die letzten 6 Schuh Wasser werden a) mittelst einer bey *d*, Fig. III. *a*, am Anfange des *Höllengewölbes*, horizontal liegenden eisernen Klappe, die vier Quadratschuh groſs ist, und die man wahrscheinlich mit einer Schraube, oder einem Hebel aufhebt, in das besagte Gewölbe gelassen, wenn zuvor b) aus einer zweyten Oeffnung, die unterhalb *o* im Höllengewölbe angebracht ist, ein vertical stehendes eisernes Schütz heraus gezogen wird. Nachdem nämlich das Wasser aus dem obern Gewölbe *u* abgelaufen ist, kann man sich diesem Schütze durch eben dieses Gewölbe so viel nähern, um es zu ziehen. Diese zwey Schützöffnungen sind so tief gelegt, um den im Bassin sich gesammelten Schlamm durchzulassen, den der heftige Strom mitführt, weswegen auch dem Höllengewölbe ein starker Fall gegeben ist, der sich beyläufig zur Länge wie 1 : 27 verhält. Die Pyramide *p r* ist vom Bett des Bassins gerechnet, 63 Schuh hoch, und in Schuhen und Zollen eingetheilt, um daran die Höhe des im Bassin stehenden Wassers zu erkennen. Von 63 Schuh weiter aufwärts ist diese Eintheilung an die hohe Mauer bemerkt. Man hat wahrgenommen, sagt Lalande, daſs während die drey Röhren spielen, das Wasser im Bassin sich ziemlich wagerecht senkt.

§. 136. Der am Bassin von *Lampy* vom Ingenieur *Garipuy* angelegte *Wehrdamm* (Tab. 93. Fig. 4. 5. 6. 10. 11. 12 u. 13.), besteht aus einem von aussen mit neun Strebepfeilern versehenen Mauerwerk, dessen Länge am Boden 129 Schuh 3 Zoll, und an der Oberfläche 387′ 11″ beträgt, das in der Mitte 49′ 10″ 5‴ hoch, am Fundament 36′ 11″, an der Krone aber 16′ dick ist. Dieser Wehrdamm ist auf natürlichen Felsen gegründet, besteht im Innern aus Bruchsteingemäuer, und im Aeussern aus Werkstücken von Granit. Kurz er ist so construirt, wie es die Profile deutlich zeigen. Durch vier Oeffnungen *a b c* und *d*, jede zu 9 Quadrat-Schuh, deren Schütze mittelst eines Hebels, aufgezogen werden, und die fast in vier gleichen Abständen,

der Höhe nach, geordnet sind, wird das Wasser aus dem Bassin gelassen. Nach den Schützen gelangt man auf stufenmässige Pfeiler, von denen ein Steg bis zum Wehrdamm gelegt ist, wie es die Kupfer zeigen. Dieser Wehrdamm, dessen Mauerwerk 1600 Cubik-Klafter enthält, liefs anfangs viel Wasser durch, und wenn Erfahrungen gelten, so mufs ich dem G. Andreossy darin beystimmen, dafs es besser gewesen wäre, zwey Futtermauern aufzuführen, und den Zwischenraum mit fetter Erde oder Thon auszufüllen, als einen Mauerkörper von Bruchsteinen zu machen. Gegen diesen Zufall hat man folgende Vorkehrung getroffen. Vor der vordern Wand des Wehres wurden 57 $\frac{1}{2}$ Ct. gebrannter Kalchstaub geworfen, den das Wasser auflöfste, und in die Zwischenräume des Mauerwerkes einschlammte, ja durch dasselbe hindurch bis zur Landseite führte, wo derselbe, mittelst des Zutritts der fixen Luft, eine weifse Kruste lebendigen Kalchs auf die Mauer anschofs. Jetzt hat sich nach wiederhohltem Einwerfen des Kalches die Filtration gänzlich verloren.

§. 137. Bey der Schiffbarmachung der Flüsse ist man öfters genöthigt, auf einem Steingerölle und Felsen Wehre zu legen, um die wilden- oder Seitenfälle, bey niedrigem Wasser, zu beschränken, die Hochgewässer aber darüber hinfallen zu lassen. Faschinenwerke und Mauern würden hier nicht Masse genug machen, weil solche Wehre nur von geringer Höhe sind. Es werden also bey solchem Local Kistwerke von Holz, die man mit Steinen füllt, und vermittelst in die Felsen eingelassener Pfähle oder Bolzen (S. 607.) auf den Boden befestigt, gute Dienste leisten. Dieselben bestehen nämlich aus dicht aufeinander gelegten rund oder vierkantigen Hölzern, die regelmäfsige Wände und Vierecke von 36 Quadrat-Schuh bilden, welche mit Steinen gefüllt werden. Auf den Ecken wird dann durch zwey oder drey Hölzer ein hölzerner Nagel geschlagen, oder wenn die Wände von vierkantigen Hölzern gemacht sind, so legt und verbindet man diese, wie die Balken der Blockhäuser. Solche Seitenwehre liegen an der *Traun in Oestreich*, am *Ober-Inn in Tyrol*, an der *Piave*, dem *Lech* und an mehreren Flüssen, wiewohl nur selten da, wo man eine bessere Construction nicht anwenden konnte, sondern wo sie zweckwidrig sind, und der Faschinenbau den Absichten weit besser entsprochen haben würde. Das erstere auf Tab. 103. Fig. 24. 25. 26. dargestellte Wehr werde ich bey der Schiffbarmachung der Flüsse, im nächsten Bande, beschreiben.

§. 138. Was ich nun noch von Aufführung der Dammwehre längs Canälen sagen könnte, ist bereits im 1sten Bande, beym Deichbau, vorgetragen. Ihre Dichtigkeit kann dadurch erlangt werden, dafs man sie mit Pferdesturz- oder mit solchen Wippkarrn, die von Pferden gezogen werden, aufführt, um die Compression zu vermehren; die befste Erde in der vordern Böschung nimmt, und da, wo wenig Dammerde zu haben ist, den Kies mit wenig Erde untermischt; während die Dammmasse aber aufgefahren wird, die Lagen mit Wasser anfeuchtet. Welches Verfahren auch bey den Canalsohlen, wenn man dieselbe nur sechs Zoll hoch überfährt, in

Anwendung gebracht werden sollte, weil es eine dichte die Filtration verhindernde Masse gibt.

§. 139. Ob zu den wichtigsten Wehren in Europa das in *Baiern* von mir im Jahre 1810 in dem *Isar*-Flusse erbauete Wehr gezählt werden müsse, wird jeder Ingenieur, der diese Beschreibung liest oder dieses Wehr kennt, beurtheilen.

§. 140. Ich will demnach die *Anlage, construction und Bauführung des bey Landshut in Baiern, in dem Isarflusse* (1810) *aufgeführten Durchlafswehres* beschreiben. Siehe Tab. 101 u. 102.

§. 141. Bey *Landshut* lag im Jahre 1809 in dem Isarflusse ein 390 Fufs langes *Ueberfallwehr A. B. C.* (siehe den Plan Tab. 101.), welches die Ursache von den schädlichen Ueberschwemmungen war, womit dieser Flufs die Uferlande, und selbst *Landshut* öfters heimgesucht hatten, und die Umgebungen dieser Universitäts-Stadt ungesund machten, weil das Wehr den Strom zu hoch aufstaute. Ja! das Wasser drang jährlich in die Keller dieser Stadt. Mehr als 150,000 fl. waren seit funfzig Jahren verbaut worden, um dieses Wehr zu erhalten! Es bestand der Länge nach aus drey Pfahlreihen, Pfahl an Pfahl geschlagen; auf acht Fufs Abstand gingen immer Pfahlreihen, nach der Queere durch dieses 26 Schuh breite Wehr. Dessen von den Pfahlreihen formirten Felder waren unten mit Busch, oben mit Nagelflue-Steinen gefüllt, die vordere Reihe dieser Pfahlkästen lag zwey Schuh höher als die hintere. Die Annagelung und Schiftung der auf die Pfähle gelegten Schwellen bewies unläugbar: dafs man dieses Wehr im *Trocknen* erbauet, und den Flufs durch die sogenannte *Kleine-Isar*, wo jetzt das obere Ueberfall-Wehr *U. V.* liegt, abgelassen hatte. Im Jahr 1743 war dieses Wehr *A. B. C.* erbauet, denn zuvor lag ein anderes Wehr in der Richtung *g h i k m* und *g B*; der Flofsdurchlafs fand damals auf der rechten Seite, wo er auf dem Plan beschrieben ist, statt; dessen linkseitiger 336 Schuh langer Flügel war nach der Richtung *l m* gelegt. Mit allen diesen Bauten hatte man das Flufsbett, in diesem Bezirke, mit Pfählen angefüllt. In der neuesten Zeit war das Wehr *A B D E* (im Jahr 1808) zwischen *D* und *E* durchbrochen, woselbst man einen Fachinenbau aufzuführen genöthigt war, und zugleich den baufälligen an der linken Seite befindlichen Durchlafs gänzlich mit einer Pfahl- und Balkenabdämmung *x x* zuzusperren. Von dieser Zeit an war dieses Wehr doppelt gefährlich für die Uferlande, für die Stadt Landshut und für die Flofsfahrt: denn der Strom war sowohl mit dem Wehr als den bey *x x* mit Steinen gefüllten Kasten abgedammt und sein Lauf unterbrochen; die Flofse mufsten daher, mit der gröfsten Gefahr, über das obere *Ueberfall-Wehr U V*, in die *Kleine-Isar* hinabgleiten. Hiezu kam noch, dafs das Hauptwehr *A D B*, im Winter 1809 auf der rechten Seite bey *A* durchbrach, und dieser Durchbruch mit einem in der Eile angefertigten Faschinenbau zugedammt werden mufste. Alle diese Umstände und die Baufälligkeit von dem übrigen Theile des Wehres machten den Bau einer neuen Wehranlage zum dringendsten Bedürfnisse, welche

daher beschlossen wurde. Dieses wehr staute den 33 wasserräder treibenden strom, bey einem wasserstande von einen schuh 10 zoll über den niedrigsten stand des wassers, (nachdem am 3ten May 1810 vorgenommenen Nivellement), sieben schuh hoch; den hohen strom aber achtzehn schuh.

Solche ueberfall-wehre, wie das obere *UV* und dieses hauptwehr *ADB* haben überall grofse Nachtheile hervor gebracht, da es ihnen an Grundablässen fehlt, durch welche die Hochgewässer einen ungestörten Ablauf erhalten. Ich suchte daher (mit dem neuen wehr) diese Nachtheile zu vermeiden, und dem hohen strom: einen freyen Abflufs zu verschaffen, den niedrigen aber, zum Betrieb der Maschinen, aufzustauen!

§. 142. Bevor ich den Entwurf des neuen wehres ausarbeitete, waren über die Anlage mehrere, aber auch sonderbare vorschläge gemacht worden. a) Der eine Projectant wollte alle bey Landshut liegenden Mühlen und vom wasser getriebenen Gewerke, cassiren, dem strom seinen freyen Lauf lassen, und an einen mehrere stunden lang zu führenden Canal, diese Maschinen erbauet wissen. b) Andere wollten in der Mitte des neuen wehres die Flofsfahrt legen, derselben eine weite von funfzig schuh geben, an der einen seite ein ueberfall-wehr, und an der andern zwey schütz-oeffnungen, jede zu 35 schuh weite, machen. c) Ein dritter Abgeschickte, wollte auch den Flofsablafs in die Mitte, zu funfzig schuh weite, machen, und an jeder seite zwey oeffnungen, jede von 42 schuh weite, die man mit Aufziehschützen verschliefsen sollte, anlegen. Wird aber ad a) erwogen, dafs, wiewohl die gänzliche wegnahme des wehrs das befste Mittel zur Abwendung der ueberschwemmungen ist, doch die Anlage eines neuen Canals und die Erbauung so vieler Mühlen, wenigstens 400,000 fl. erfordern, und darneben der stadt Landshut ein grofser Nachtheil zugehen würde, indem sie ihr Getreide auf einer weiten Entfernung zu den Mühlen verfahren müfste, so zeigt sich die unausführbarbeit dieses Projektes. ad b) Ist erstens die oeffnung von 50 schuh zu dem Flofsdurchlafs, des niedrigen wasserstandes wegen, zu weit, indem dadurch die Mühlen eine zu grofse wassermenge verlieren müfsten. 2) Die Lage der Durchlässe, in der Mitte des wehres, würde den Thalermühlen so wie der schleifmühle sehr nachtheilig gewesen seyn, weil ihr Mühlcanal ganz aufser dem stromzuge läge, und daher die Mittelwässer vor demselben Kies und Sand anschwemmen müfsten. Dieser so bedeutende Nachtheil für die besagten Mühlen ist auch ohne zweifel die ursache gewesen, dafs man den Flofsablafs von der rechten zur linken seite verlegt hat. 3) Müfste man einen mitten im Flufsbette gelegten Flofsdurchlafs mit zwey den strom leitenden Dämmen auf Tausend schuh und mehr abwärts verlängern, wenn dessen Ausmündung sich nicht erhöhen und mit Kiesel verstopfen sollte, weil der dadurch fliefsende strom sich nach beyden seiten ausbreiten würde, welches die tägliche Erfahrung lehrt. Ein sehr wichtiger umstand, woran aber die Projectgeber nicht gedacht haben. Der Grundbau dieses projectirten

wehres sollte eine Breite von 29 Schuh erhalten, die obere Stärke aber nur 8 Schuh betragen. Zwey Böschungen von Faschinenbau, ohne Steinbeschwerung, sollten zu beyden Seiten des Wehres kommen. Der obere Theil sollte aus Steinen, deren Gröfse nur zu 18 Zoll Höhe, 5 Schuh Länge angegeben ist, bestehen, und nur eine Höhe von fünf Schuh erhalten, oben nach einem Kreisstuck mit kleinen Steinen von 12 Zoll Höhe gedeckt werden. Dafs ein solcher Bau weder den Angriffen eines darüber stürzenden Stromes, noch viel weniger den Eisgängen hätte widerstehen können, ist eben so einleuchtend, als dafs es kein Monument gewesen wäre, welches die Regierung sich zu errichten beschlossen hatte. Uebrigens ist bey diesem Projecte der wichtige Punct: das ist, die Construction des Flofsdurchlasses und der übrigen zwey Durchlässe, unaufgelöfst gelassen. Das Ueberfall - Wehr dieser Projectanten sollte sogar 8 Zoll über den niedrigsten Stand des aufgestauten Stromes gelegt werden, folglich noch um einige Zolle höher als das ehemalige Ueberfall-Wehr *AB* lag, wo also die Ueberschwemmungen nicht nur nicht entfernt, sondern noch vermehrt werden mufsten. Den Flofsdurchlafs und die beyden Schützöffnungen hatten die Verfasser des Entwurfes zu 120 Fufs Weite, festgesetzt, welche Oeffnungen für die Hochgewässer nicht genügend gewesen wären, da der 50 Schuh weite Flofsablafs mehr als 3 Schuh, 2 Zoll höher als die Oeffnungen gelegt werden mufste, weil er sonst den Mühlen, während des niedrigen Wasserstandes der Isar, zu viel Wasser entzogen haben würwürde; eine Höhe, die der jetzige nur 36 Schuh weite Flofsdurchlafs erhalten hat, weil dabey die Flofsfahrt, während des Flofsbaren Wasserstandes der Isar, bequem ist.

Der Vorschlag ad c) hat, wie wir sehen, in Hinsicht des Flofsablasses, die nämlichen Mängel als der in b, und beyde haben den Nachtheil, dafs Ziehschütze von solcher Gröfse, auch mit Anwendung von Hebel, Schrauben, Räderwerk oder Flaschenzügen, bey Bergflüssen wie die *Isar*, in ihren Nuthen oder Falzen, nicht aufgezogen werden können, weil der Strom vor der Schützöffnung grofse Kiesel und Sand lagert, auch dieses Material in die Falze schwemmt. Die Erfahrungen hierüber sind so allgemein, und selbst durch die in dem Wehre bey München (der Abrechen genannt) angebrachten Schütze, die man im August 1807 bey dem angeschwollenen Strom nicht mehr aufbringen konnte, bestätiget, dafs hierüber ein Mehreres anzuführen, überflüfsig ist. Besonders nachtheilig sind dergleichen Aufziehschütze bey Bergflüssen, die sehr schnell und öfters in einer Nacht hoch anlaufen, so dafs man keine Zeit hat, sie zu öffnen, wenn es nöthig wird. Es scheint daher ihr Gebrauch bey diesem neuen Wehre von der Wasserbaukunde nicht empfohlen werden zu können; sondern der Ingenieur mufs solche Vorrichtungen in Antrag bringen, mittelst welchen von dem steigenden Strom eine bedeutende Wassermenge frey abfliefsen kann, und der hohe Strom schnell grofse Ausflufs - Profile erhält. Wie ich diese Aufgabe gelöfst, wird unten vorkommen.

2tens. In jenem vorschlage sind die wehröffnungen 22 schuh weiter stromabwärts gelegt, als ich dieselben anordne; folglich wäre der in der mitte der flussbahn gelegte Flossablass noch um so nachtheiliger für die Thalermühlen gewesen, und man hätte den strom noch mehr aufstauen müssen, als es gegenwärtig zum umtriebe dieser mühlen nothwendig ist. Endlich haben die projectgeber gar nicht auf den umstand geachtet, dass, indem sie den strom 6 schuh 8 zoll über den niedrigsten stand zwischen den zwey wehren *A B C* und *U V* zu erheben meynten, auch das letztere oder das obere ueberfall-wehr nicht mehr die wassermenge, welche es jetzt, bey eilf schuh wasserstand, abführt, durchlassen kann. *) Es sey mir erlaubt, hierüber eine Rechnung anzustellen. Das wehr *U V* lag einen schuh über den niedrigsten wasserstand. Die Geschwindigkeit bey 6′ 8″ wasserhöhe mag zu 10 Fuss angenommen werden. Man erhält daher eine wassermenge von 6′ 8″ — 1′ . 190′ . 10 = 5, 66 . 1900 = 10754 cubik-schuh. Nun fielen aber, bey dem höchsten wasserstand von 11 schuh, über dieses wehr, wenn man die Geschwindigkeit nur zu 10 schuh nimmt 190 . 10 . 10 **) = 19000°′, folglich erhält man noch 19000 — 10754 = 8240 cubik-schuh, die mehr in jeder sekunde abgeführt werden müssen, als in jenem Entwurfe in Rechnung genommen ist.

§. 143. Da *Seine Majestät* der stadt Landshut, mittelst eines neuen wehres, ein bleibendes *monument* errichten wollten, so war es für mich Pflicht: nicht eine nur kurze zeit dauernde Anlage, sondern ein werk, welches vor allen Anlagen der Art sich durch schönheit, zwechmäsigkeit und Dauer unterscheidet, zu entwerfen und auszuführen. Vorschläge der Art wird der wasserbaukundige niemals, ohne genaue hydrometrische Localuntersuchungen angestellt zu haben, entwerfen, und ich will daher versuchen, diesen Gegenstand so zu entwickeln, dass der Kenner ein unpartheyisches urtheil fällen könne.

Erstens, ist die Flusskarte zum 500sten Theil der wahren Grösse aufgenommen, und nach dieser ist die beygefügte Karte Tab. 101. zu $\frac{1}{3}$ reducirt. In allen darauf mit strichen und Nummern bezeichneten Profilen sind die Tiefen von 6 zu 6 schuh gemessen, die aber des Raumes wegen auf dieser ins Kleine gezeichneten Karte nicht alle beschrieben sind. Die Geschwindigkeits-Messung ist beym wasserstande von 1 schuh 10 zoll, und auch bey 10 Fuss über den niedrigsten wasserstand des aufgestauten stromes angestellt worden.

*) Der höchste Stand des durch die Wehre aufgestauten Stromes betrug, nämlich vor den Wehren eilf Schuh; in Beziehung des niedrigsten Wasserstandes, welcher unterhalb dem grossen Wehr eintritt, abor achtzehn Schuh.

**) Das obere Ueberfall-Wehr UV lag nämlich einen Schuh über den niedrigsten Wasserstand, folglich stürzt der höchste Strom zehn Schuh derüber hin, wenn er gleich 11 Fuss über den niedrigsten Stand erhoben war. Dessen Länge beträgt 190 Schuh.

Zweytens, das *Resultat* der hydrometrischen Messungen, welche am 3. und 4. May 1810 bey 1′ 10″ Wasserstand von mir angestellt wurden, ist Folgendes: (Siehe die Karte.)

Die Geschwindigkeit im Stromstrich und zwar in der Oberfläche bis 6 Zoll darunter mit der hydrometrischen Kugel gemessen, betrug in baierischen Schuhen in der Sekunde:	Inhalt der Profile in Quadrat-Schuhen.	Durch die Profile strömten in jeder Sekunde, bey obigem Wasserstande, Cubik-Schuh.	Anmerkungen.
von a bis b (S. die Karte) 4, 30	Profil Nro. I.		
— b — c — — — 5, 57	2100	11697	Der durchbrochene obere Ueberfall *U. V.* führte ab 6027 Cubik-Schuh.
— c — d — — — 6, 66	Profil Nro. II.		
— d — e — — — 4, 88	1162	5670	Die oberen sieben Wasserräder habenden Mühlen konsumiren also 932°′. **)
— e — f — — — 4, 00	Profil Nro. III.		
— f — g — — — 3, 65	1187	4748	Die Münster- und Oberthalermühlen, welche 9 Wasserräder haben, konsumirten 1104 Cubikschuh **).
— g — h — — — 4, 03	Profil Nro. IV.		
— h — i — — — 2, 85*	904	3643	Die Heiligegeistmühle, welche 6 Wasserräder hat, konsumirt 1182 Cubikschuh.
= i — k — — — 2, 88	Profil Nro. V.		
	715	2459	

3.) Die Geschwindigkeit der Oberfläche bis 6 Zoll darunter betrug auf die Entfernung von *a* bis *k*, d. i., auf 2741 Schuh, in der Sekunde 3,74 Schuh, welche man auch für die mittlere Geschwindigkeit annehmen kann, wie diess durch mehrere hydrometrische Messungen bewiesen ist, indem nach denselben die Geschwindigkeit in der Oberfläche des Stromstrichs bis ½ Schuh darunter gleich der mittleren Geschwindigkeit der Profile ist. (Siehe 1. B. S. 173.) Oberhalb dieses Wehrs verhält sich die Neigung zur Länge (auf die Länge von 2950 Schuh) wie 1 : 1143.

4.) Durch die Mühlkanäle, die die Unter-Thalermühlen und die Schleifmühle, also zehn Wasserräder treiben, gehen beyläufig 850°′, folglich stürzten am 3. May 1810 noch 1609 Cubik-Schuh Wasser über das untere Wehr *A B C*. Hierzu die über das obere Wehr *U V* stürzende Masse von 6027°′, so lieferte die Isar beym Wasserstande von 22 Zoll über den niedrigsten, 7636 Cubik-Schuh Wasser, welches bey den Mühlen entbehrlich war.

5.) Die Fachbäume der Mühlgerinne liegen unter dem niedrigsten Wasserstande des aufgestauten Stromes folgender Massen:

*) Wegen dem Aufstau, den die jetzige Jochbrücke verursachte, war die Geschwindigkeit hier so geringe. Bey dem Profile Nro V. betrug dieselbe 3,44 Fuss.

**) Bey diesen Mühlen standen am 3. May zwey Wasserräder; die übrigen 14 waren im Gange. Die Heiligegeistmühle ist die beste aller dieser Mühlen.

bey der walk- und weisgerber-mühle 3 schuh 6 zoll,
bey der kleinbürgermühle 3 — 7 —
bey der münstermühle und oberthalermühle } 3 — 4 — bis 3′ 6″.
bey der heiligengeistmühle 3 — 8 —
bey den unterthalermühlen 3 — 2 — *).

6.) Die gerinne der wasserräder haben 6 zoll fall, und die räder 17 bis 18 schuh durchmesser, und treiben einen bis zwey gänge. Die schützöffnungen sind ter dem wehr 3 schuh weit und etwas mehr.

7.) Der fall vom niedrigsten wasserstand des durch das ehemalige unterwehr *A B E* aufgestauten stromes bis zum niedrigsten wasserstand des untern stromes unbeträgt 7 schuh.

8.) Die sohle des ehemaligen Floſsablasses *c* (siehe die karte Tab. 101.) lag 3 schuh 2 zoll unter dem niedrigsten wasserstand des aufgestauten stromes.

§. 144. Die mit der erbauung eines neuen wehres zu erreichenden bedingungen, welche ich mir vorschrieb, waren folgende: I. Die oberfläche der *Isar* muſs bey der höchsten Anschwellung niemals diejenige höhe übersteigen, bey welcher sie noch unschädlich für *Landshut* und die dortigen gegenden wird; der steigende strom muſs daher durch *schnell zu öffnende profile* und durch *offen stehende profile* abflieſsen können, so wie es nothwendig ist. II. Alle gewerke müssen bey demjenigen wasserstande, bei welchem sie gegenwärtig noch im umtriebe sind, vom strom, in bewegung gesetzt werden. III. Der floſsdurchlaſs muſs bey demjenigen wasserstande der Isar, bey welchem gegenwärtig die floſsfahrt auf der Isar geht, für dieselbe bequem seyn.

§. 145. Die erste bedingung anbetreffend, nämlich: die für Landshut und die umliegenden gegenden unschädliche ableitung der hochgewässer, so bemerke ich zuvörderst, daſs, wie gesagt, bis 1810 der höchste wasserstand zwischen den beyden ueberfallwehren *eilf* schuh über den niedrigsten des von dem hauptwehr aufgestauten stromes, gestiegen war; und daſs bey zehn fuſs höhe des stromes geschwindigkeit, nach einer am 27. Januar 1809 angestellten messung, neun schuh in der sekunde betrug. 1.) Wenn man nämlich ein mittleres profil bey dem wasserstande von ein fuſs 10 zoll berechnet, so erhält man (§. 143.) $\frac{1187 + 904 + 715}{3} = 935$ quadratschuh. Nun ist die mittlere profilbreite der profile III. IV. V. (karte Tab. 101.) hundert sechs und zwanzig schuh, folglich entsteht ein mittleres pofil, bey dem höchsten wasserstande zu 11 schuh, von $935\ \square' + 126 \cdot 11' - 1'\ 10'' = 2090$ quadrat-

*) Nach der erbauung des neuen-Wehres haben die besitzer dieser mühlen ihre fachbäume verändert, welches nicht hätte geschehen sollen. So geht es aber gewöhnlich: je mehr Wasser den mühlen zugeleitet wird, desto höher legen die müller ihre fachbäume!

schuh. Dieses mit der obigen Geschwindigkeit von 9 Schuh vervielfältiget, so erhält man eine Wassermenge von achtzehntausend achthundert zehn Cubik-Schuh, die in jeder Sekunde durch das Wehr stürzen sollen, wenn man den erwähnten Umstand, daſs 8246 Cubik-Schuh mehr Wasser abgeführt werden muſsten, als nach dem dritten Vorschlage in Rechnung genommen waren, und daſs das obere Ueberfall-Wehr 12″ über den niedrigsten Wasserstand der zum Umtrieb der Mühlen aufgestauten Isar liegt, nicht in Rechnung brächte. Aber dieser darf nicht dabey fehlen. 2.) Bey dem höchsten Wasserstande von eilf Schuhen stürzte nach jener Berechnung über das obere Wehr in jeder Sekunde 19000 Cubik-Schuh. Nach meinem Plane sollte dieses Wehr zwey Schuh unter dem niedrigsten Wasserstand gelegt und mit Einsetzbalken, die den Strom bis 18 Zoll über seinen niedrigsten Stand stauen können, versehen werden. Nun nehme ich, wie wir weiter unten sehen werden, an: daſs der höchste Strom künftig nicht höher als fünf Schuh 6 Zoll über den niedrigsten Wasserstand steigen soll; folglich erhält man ein Profil von 190 . (5, 5 + 2) = 1425 Quadrat-Schuh, dieses mit der angenommenen Geschwindigkeit von 10 Schuh vervielfacht: so entsteht die Wassermenge von 14250 Kubik-Schuh, diese von 19000 abgezogen, und es zeigt sich diejenige Wassermenge = 4750°′, welche zu den 18810 Kubikschuhen hinzugefügt werden muſs, um die durch die Oeffnungen des neuen Wehres abzufahrende Wassermenge zu erhalten, welche demnach ist 18810 + 4750 = 23560 Kubik-Schuh.

§. 146. Insofern die Hochgewässer für die Uferlande unschädlich abgeleitet werden sollen, drey und dreyſsig Wasserräder, während dem niedrigsten Stande der Isar, im Umtriebe erhalten werden muſsten, und der Floſsablaſs wieder herzustellen war: so schien mir keine Einrichtung zu einem Wehre vortheilhafter zu seyn, als solche, wobey, während dem Steigen des Stromes, dessen Grundablässe augenblicklich geöffnet, und, wenn es nöthig war, in einigen Stunden wieder verschlossen werden konnten. Ich habe daher dem Wehre (S. Fig. 1. 3. und 4. Tab. 101.) fünf Durchlaſsöffnungen, welche mit Balken verschlossen werden, gegeben, deren Sohlen 4½ Schuh unter dem niedrigsten Stande des aufgestauten Stromes liegen. Es war allerdings nothwendig, diese Oeffnungen so groſs als möglich zu machen. Indessen hatte mich die Erfahrung belehrt, daſs zehn bis zwölfzöllige Balken dem Andrange des Stromes nicht widerstehen, sondern brechen, wenn man sie länger als 35 Schuh macht, und daſs das Manöver mit längern Zulegebalken sehr beschwerlich wird, indem man sie heben muſs, um dieselben in die Falze der Wehr-Pfeiler herabzulassen. Nachdem ich nun die Masse des höchsten Stromes zu 23560 Cubik-Schuh berechnet, und den höchsten Wasserstand von 5½ Schuh über den niedrigsten, als unschädlich für Landshut hatte festsetzen müssen: so bestimmte ich jede Durchlaſsöffnung zu drey und dreyſsig Schuh weite. Da ich die Sohle aller Wehröffnungen 4½ Schuh *unter* dem niedrigsten Wasserstande legen wollte, so entstand für den höchsten Strom, in den

fünf Wehröffnungen, ein Profil von 5. 33. 10 = 1650. Quadrat-Schuh. Ich glaubte die Geschwindigkeit in diesen Wehröffnungen, bey dem höchsten Wasserstande: sehr geringe annehmen zu müssen, um bey der Berechnung ganz sicher zu gehen, und setzte dieselbe zu 14 Schuh, in der Sekunde fest, wiewohl die Theorie *) 19 Shuh angiebt und die Erfahrung jetzt gezeigt hat, daſs die Geschwindigkeit über 22 Schuh beträgt. Es entsteht daher eine Wassermenge von 1650. 14 = 23100 Cubik-Schuh, welche durch die Wehröffnungen (bey dem obigen Wasserstande von $5\frac{1}{2}$ Schuh über den niedrigsten des aufgestauten Stromes, in der Sekunde abflieſsen können. Hiezu kömmt die Wassermenge, welche durch die Floſsöffnung strömen wird, deren Geschwindigkeit (wegen der höhern Lage der Sohle des Ablasses, die 3 Fuſs 2 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande des aufgestauten Stromes gelegt worden ist) wenigstens zu eilf Schuh anzunehmen war **), welche Wassermenge, da ich die Weite der Einfluſs-Mündung zu 36 Schuh festsetze = 3′ 2″ + 5′ 6″. 36 . 11 = 3452 Cubik-Schuh ist, so erhält man 23100 + 3452 = 26552 Cubik-Schuh für die gesammte durch alle sechs Wehröffnungen strömende Wassermenge bey der Wasserhöhe von $5\frac{1}{2}$ Fuſs über die niedrigste; welche, $5\frac{1}{2}$ Fuſs unter der vormahls eingetretenen Wasserhöhe bleiben wird, indem diese eilf Schuh betrug. Wir sehen daher: daſs wiewohl die Wassermenge, welche der Mühlcanal von den *Thalermühlen* abführt, nicht mitgerechnet ist, die fünf Wehröffnungen und der Floſsablaſs tausend zwey und neunzig Cubik-Schuh in jeder Secunde mehr abführen können, als der höchste Strom lieferte. Folglich bleibt ein groſser Ueberschuſs, selbst wenn man auch die Einwirkung des Aufstaues und Wasserpaſswechsels, die die Pfeiler der fünf Wehröffnungen an ihren vorderen Wänden, auf die Verminderung des Abflusses haben, in Rechnung bringen könnte.

Damit aber ein in der Nacht schnell auflaufendes Gewässer nicht nur über die Balkenwände *XY* (Fig. I. Tab. 101. oder Fig. XIII. Tab. 102.), der Wehröffnungen, stürze, sondern noch durch ein gröſseres Profil abflieſse, sobald der aufgestaute Strom höher dann 8 Zoll ***) über den niedrigsten Strom steigt, legte ich in jeden Pfeiler ein Zirkelgewölbe *g* (Fig. XV. Tab. 102.), dessen Sohle vorne 8 Zoll über und beym Ausgang $8\frac{1}{2}$ Zoll unter den niedrigsten Wasserstande des aufgestauten Stromes liegt.

*) Wenn man nach der Theorie rechnet, die Höhe des Wassers in einem der Wehröffnungen = h, die Breite der Oeffnung = b, das Gefäll von der Sohle = a und die Länge = l setzt, so erhält man in diesen Wehröffnungen bey 5,5 Fuſs Wasserstand die Geschwindigkeit $c = 90{,}9 \sqrt{\left(\frac{b\,h}{b + 2h} \cdot \frac{a}{l}\right)} =$ 19 Fuſs.

**) Daſs diese beym Entwurf des Wehres angenommene Geschwindigkeiten nicht zu groſs waren, hat jetzt die Erfahrung hinlänglich bestätigt; so betrug dieselbe bereits am 20 December 1811 bey einem Wasserstand von 2 Schuh über den niedrigsten, in dem Floſsablaſs 14,44 Schuh in der Sekunde, und im Juny 1812 bey einer Wasserhöhe von 4 Schuh über den niedrigsten Stand des aufgestauten Flusses, 15,75 Schuh Geschwindigkeit in der Secunde.

***) Diese Höhe habe ich (zum Ueberfluſs) für den Umtrieb der Mühlen angenommen.

Jedes dieser vier Gewölbe hat 5 ½ schuh an weite. Sie werden wenigstens in der secunde 1000 Cubik-schuh wasser durchlassen, wenn der strom zum höchsten steht. Folglich bleiben 1092 + 1000 = 2092 Cubik-schuh ueberschufs, die mehr abgeführt werden können, als der höchste strom je zuführt. Diese Gewölbe gewähren auch noch den vortheil, dafs man, wenn der strom nur einige schuhe steigt, die Balkenwände des wehres nicht öffnen darf, weil sie den Abflufs des stromes zulassen, folglich derselbe nicht so hoch steigen kann, als wenn diese Gewölbe nicht beständen. Mittelst dieser Einrichtung habe ich also dem werke die *offen stehende Profile* (§. 144.) gegeben, welche die stromhöhen reguliren, ohne die Balkenwände der wehre zu öffnen. Auch erspart sie viel Mauerwerk, und dann bilden diese Gewölbe, beym hohen strom, vier Cascaden, welche die Gegend verschönern und den Zuschauer für die Wasserbaukunde mit Achtung erfüllen. Wie schön und majestätisch dieses Wehr aussieht, wenn das wasser durch die vier Pfeilergewölbe über die fünf Balkenwände und durch die Flofsfahrt stürzt — dies hat der geschickte Künstler Hr. Pollinger in der VII. Figur der 101ten Kupfertafel sehr getreu dargestellt. In der Mitte dieser zeichnung steht der von 1404 bis 1477 (nach gothischer Architectur sehr schön erbauete Thurm der *martinskirche*, der vier hundert acht und vierzig baierische schuh hoch ist. Links steht die 1338 erbauete *Jobstkirche.*

Durch diese neue Einrichtung des wehres mit den Durchlafsöffnungen habe ich also die erste Aufgabe vollkommen gelöfst; denn meine durch Beobachtungen begründete Berechnung zeigt: dafs die höchsten Anschwellungen niemahls höher denn 5 ½ schuh über den niedrigsten wasserstand des aufgestauten stromes, d. i., 10 schuh über die sohle der wehröffnungen steigen werden, wenn man nämlich alle fünf mit Balken geschlossene Durchlässe und die vier Gewölbe geöffnet hat; eine wasserhöhe, wobey die stadt und Gegend keinen Nachtheil erfährt.

§. 147. Der zweyte Theil der Aufgabe erheischte: dafs die wehrdurchlässe dergestalt eingerichtet wurden, damit der strom, bey einem niedrigern wasserstande, die Mühlen treibt, als bey welchem er sie gegenwärtig im umtriebe setzt und erhält. Wobey ich bemerke: dafs nach einem abgehaltenen Protokolle die Eigenthümer der Mühlen behauptet haben: wie bey einem wasserstande von 8 zoll über den niedrigsten des aufgestauten stromes alle wasserräder vollkommen im umlaufe erhalten werden können. Ja! bey einer am 4. May 1810 von neuen angestellten Local-untersuchung, als der strom im hydrometrischen Beharrungsstande war, und ein Fufs zehn zoll über den niedrigsten stand, sagten die Obermühlknechte einstimmig aus, dafs, wenn der strom noch einen schuh sechs zoll fiele, die wasserräder im umtriebe erhalten werden, folglich würde man nur einen wasserstand von vier zoll, und nicht von 8 zoll nöthig haben. Es ist auch klar, dafs die Gewerkbesitzer mit dem niedrigsten wasserstande noch zufrieden seyn müssen, wenn der strom bis zu diesem überall gefallen ist, weil hierauf das alte wehr angelegt war. Auch werden die

Mühlen hiebey im Umtriebe erhalten werden, weil die *Kleine-Isar*, nach Regulirung des obern-Wehrs, mittelst der Balkenwand desselben, nicht mehr so hoch anschwellen, folglich auch nicht so hoch als jetzt unter die Mühlräder zurück stauen kann. Indessen will ich dem Wunsche der Gewerkbesitzer entsprechen, und die Berechnung wirklich bey acht Zoll Wasserstand machen. Dabey kömmt nämlich die Oeffnung und die Lage der Sohle von dem Flofsdurchlafs zu betrachten. Diese letztere soll drey Fufs zwey Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande zu liegen kommen, folglich beträgt das Profil 3′ 2″ + 8″ . 36′ = 138 Quadrat-Schuh. Diese vervielfältiget mit der Geschwindigkeit, welche man bey diesem Wasserstande zu zehn Schuh annehmen kann, so erhält man eine Wassermenge von 1380 Cubik-Schuh, welche der Flofsablafs durchführt. Nun beträgt aber die Wassermenge bey diesem Wasserstande, welche über die ehemaligen zwey Wehre stürzte, wie wir oben gesehen haben, 7636 Cubik-Schuh, davon diejenige mit 1671 Cubik-Schuh abgezogen, welche weniger bey einem Wasserstande von acht Zoll als bey einem von zwey und zwanzig Zoll durch das Profil Nr. II. fliefst, so erhält man eine Wassermenge von 5965 Cubik-Schuh. Es bleibt also noch ein Ueberschufs von 5965 — 1380 = 4585 Cubik-Schuh, welcher durch eines der übrigen Wehröffnungen stürzen mufs; demnach ist die Weite und Tiefe des Flofsdurchlasses nicht zu grofs.

Uebrigens sieht man sehr leicht ein, dafs, indem die Wehröffnungen durch Balken zugesetzt werden, worüber das Weitere unten vorkömmt, der Strom, je nachdem es der Umtrieb der Wasserräder erfordert, aufgestauet werden könne. Da ferner der Flofsdurchlafs, in der Nähe der Einflufsmündung, von dem Mühlcanale der untersten Mühle, gelegt ist: so kann diese Mündung den Strom einschlürfen, und vor derselben ist eine Versandung unmöglich, folglich ist auch für diese Mühlen vollkommen gesorgt. Wäre aber (wie Einige Projectanten vorgeschlagen haben) die Flofsfahrt in die Mitte des Wehres angelegt worden, so würde nicht nur eine Versandung der Mündung des Canals der untersten Mühlen, das sind die *Thalermühlen*, entstanden seyn, sondern vor dieser Mündung hätte sich, wegen der Wasserstauung, eine neue Eisdecke gebildet.

Die dritte Bedingnifs anbetreffend, so will ich mich nicht allein auf die Erfahrung stützen, indem ich die Sohle des Flofsablasses nicht höher gelegt habe, als sie früher gelegen hatte, sondern ich will dies durch eine Berechnung zeigen. Die Flofsfahrt geht bey dem Wasserstande von einem Fufs zehn Zoll der *Isar*, auf diesem Flusse vollkommen. *) Ich will diesen also annehmen, wiewohl in der Zukunft bey einer gleichen Wassermenge, die von oben herab kömmt, wenn es verlangt wird, der Wasserstand des niedrigen Stromes bey Landshut höher seyn kann, indem ich

*) Als die Isar bey Landshut 1 Schuh 10 Zoll am Pegel stand, und im Beharrungsstande war, zeigte der Pegel unterhalb München zwey Schuh.

mit dem obern Ueberfall-Wehr die weiter unten im Detail vorkommende Verbesserung vorzunehmen hoffe, folglich das Resultat noch günstiger ausfällt. Bey einem Fuſs zehn Zoll Wasserhöhe betrug die gesammte Wassermenge des Stromes 11697 Cubik-Schuh, hiervon die Consumtion für die Wasserräder mit 4068 Cubik-Schuh, abgezogen, so bleiben 7629 Cubik-Schuh, wenn man dem obern Ueberfall-Wehre *U. V.* eine solche Einrichtung gibt, daſs es noch bey 18 Zoll bis zwey Schuh Höhe des Stromes kein Wasser überläſst, und zum Abfall der Hochgewässer das Wehr mit Balken-Oeffnungen versieht. Nun gebraucht aber der Floſsdurchlaſs des Neuen-Wehres, bey der Wasserhöhe von 22″, höchstens nur acht zehn hundert Cubik-Schuh, wenn die Geschwindigkeit zu zehn Schuh angenommen wird, weil das Profil 22″ + 38″ 36 = 180□′ miſst.

Damit aber der Wasserstand über die Sohle des Floſsablasses sich nicht zu bedeutend erniedrige, welcher Fehler bey allen Durchlässen der Art eintritt, wenn ihre Wände auf gleichen Abstand mit der Weite der Mündung stehen, so zog ich diese Wände unten um $\frac{1}{6}$ zusammen, d. i. um sechs Schuh. Zur bequemern Ausfahrt der Floſse gab ich diesen Wänden anfänglich eine Länge von 68 Schuh, und späterhin von 122 Schuh im Ganzen, und verlängerte die rechtseitige Wand mit einem Faschinendamm *c t* so, daſs also der künftige Floſsablaſs fünfmal so lang, als der ehemalige Floſsdurchlaſs ist. Zum Schutz des linkseitigen Ufers, und damit die Floſse ein enges, also tiefes Fahrbett erhalten, legte ich auf der linken Seite einen Faschinendamm an.

Die Sohle des Floſsablasses hat einen Fall von drey Fuſs, damit die Floſse bequem in den untern Strom hinab gleiten; sie ist mit Bolen bedeckt, worüber am Ende eine eiserne Schiene befestiget ist, damit die Enden der Bohlen von dem Material und den Flossen nicht abgestossen werden. Auf diese Weise ist die vierte Aufgabe gelöst, und ich komme nun zu der

Construction und Aufführung der beyden Wehre bey Landshut.

§. 148. Das untere, von mir im Jahre 1810 erbauete, Wehr *a b c* (siehe den Plan Tab. 101.) ist senkrecht auf die Richtung der Fluſsbahn gelegt, damit die Durchlaſsöffnungen die gröſstmöglichste Wassermasse ableiten und ihre Seitenwände, so viel es geschehen kann, dem Angriff des Stromes und dem Stoſse der Eismassen entzogen werden. Stromaufwärts ist dasselbe so weit, als möglich, gelegt, wodurch es den alten Pfahlbauten, worauf keine ordentliche Gründung statt finden konnte, entzogen wurde.

Diese Lage habe ich demselben auch aus der Ursache gegeben, damit den *Thalermühlen* die denselben erforderliche Wassermenge bequem zuströme. In dieser Hinsicht ist der linkseitige Landpfeiler *w′* Fig. I., acht Fuſs vor den übrigen Pfeilern verlängert, also etwas stromaufwärts gelegt worden.

Die frey stehenden vier Pfeiler, und die Wände der Mauern, mufsten dem hohen Strome so wenig als möglich Widerstand darbieten! Daher sind die Pfeiler am Vorkopfe nach einem Halbkreise und hinten nach zwey Kreis-stücken abgerundet. S. die 102. Kupfertafel. Diese Pfeiler haben eine Länge von 30 Schuh und eine Dicke von 14 Schuh; ihre Höhe beträgt, von den Rostschwellen an, 15 bis 17 Schuh 5 Zoll *) Fig. 16.; die Sohle der fünf Durchlässe hat auf 30 Schuh zwey Schuh Fall. Die Pfeiler ruhen auf einen Pfahl- und Schwellrost. Die Grundpfähle, welche im Umfange des Mauerwerks stehen, sind, von Mitte zu Mitte, auf zwey Schuh Abstand und die Pfähle der Mittellinie zu vier Fufs Entfernung, mit schweren Zugrammen, bis zum Stehen eingerammt. Ueber diese Grundpfähle liegt der eigentliche Schwellrost (Tab. 102. Fig. I.), der für sich einen Körper bildet, damit die Senkung des Fachwerkes der Wehröffnungen, von dem nachher gesprochen werden soll, auf dieselben keinen Einflufs habe. Mit diesen ist also der Schwellrost von den Pfeilern nicht verbunden worden. Die Rost-Felder sind mit Kiesel, Cement und lebendigen Kalch gefüllt, und mit dieser selbst in die kleinsten Zwischenräume des Faschinenbaues eindringenden Masse ist das in diesen Rostfeldern gestandene Wasser ausgetrieben.

Damit das Holz des Grundbaues nicht faule, so liegen die eichenen Rostschwellen der Pfeiler (Fig. 15. und 16. Tab. 102. der Luft nicht ausgesetzt. Sie sind nämlich mit grofsen und kleinen Steinen, so wie mit frisch eingeschütteten Kalch umgeben, woraus eine feste Masse entstanden ist. Auf solchem aus 42 bis 48 Grundpfählen und einem Schwellroste bestehenden Fundamente ist jeder massive Pfeiler aufgemauert worden. In der Mitte eines jeden Pfeilers (Fig. XIX. Tab. 102.) ist ein aus Ziegel und Cement gemachtes und vorher erwähntes Gewölbe *g* Fig. 15., welches an beyden Enden aus Nagelflue-Steinen besteht (Fig. 18.) vortrefflich ausgeführt. Mit diesen vier Gewölben der vier Mittelpfeiler Fig. 4. Tab. 101., wovon jedes dem höchsten Strom ein Profil von 23,75 Quadrat-Schuh läfst, wird auch noch der Vortheil erreicht, dafs der offene oder eisfreie Strom, wenn er zur Nachtzeit die Höhe von 8 Zoll über den niedrigsten Wasserstand des aufgestauten Stromes übersteigt, in jeder Sekunde, je nachdem er wächst, mehr Wasser verliert. Während des Winters, oder wenn es sonst ein Vorfall nothwendig macht, kann man diese Gewölbe vorne, mittelst eines unten näher beschriebenen Schützes, verschliefsen, und damit der Eisgang dem das Gewölbe verschliefsenden Schütze nicht nachtheilig werden könne, so wird

*) Es war wegen den, während des Baues, häufig eingefallenen Regengüssen und der dadurch entstandenen Anschwellungen der Isar, nicht möglich, die Pfeiler gleich tief zu fundiren; denn dichte Fangedämme und das Ausschöpfen des Wassers würde den Bau um 30000 fl. kostharer gemacht haben. Hiezu kam noch, dafs der Grund voller Pfähle stand und dafs der Faschinenbau auf Sand gelegt werden mufste, so dafs man das Einquellen des Wassers in die Baugruben gar nicht hätte verhindern können. Ich mufste daher 3 bis 4 Fufs im Wasser selbst den Rost und die erste Steinlage legen lassen.

bey einer solchen Kälte, wobey der von dem Wehr aufgestaute Strom sich mit Eis zulegt, in den Gewölben, vor dem Schütz, vier Schuh lang geschnittenes Stroh oder auch Erbsen-Stroh eingeworfen. Dieses Stroh wird in das Wasser einfrieren, und dieser Körper muſs den Eisstoſs aufhalten. Uebrigens ist es auch gewiſs, daſs vermittelst dem Oeffnen des Durchlaſs-Wehres, das auf der Oberfläche der Isar sich gesetzte Eis wieder zusammen fallen, folglich der Eisgang auch schon hierdurch geschwächt werden muſs. Wer sich keine richtige Vorstellung von der Wirkung dieses Durchlaſs-Wehres, wenn es geöffnet ist, machen kann, der wird eine Beschädigung der Gewölbe von denen vom Strom herbeygeführten Wurzeln und Bäume erwarten. Dabey muſs aber der Umstand erwogen werden, daſs die Schwellen, worauf die vordern Balkenwände der Wehröffnungen ruhen, 4′ 6″ tiefer als die Sohle der Gewölbe liegen, so, daſs also der hohe Strom in diesen Oeffnungen zusammen gezogen wird, und eine weit gröſsere Geschwindigkeit, als in den Gewölben erhält. Nun folgen aber die Baumstöcke und selbst die Bäume, kurz alle schwimmenden Körper, den schnellsten Stromfäden, mithin müssen diese auch durch die Wehröffnungen und nicht durch die Gewölbe passiren. Die Erfahrung hat dieses Raisonnement vollkommen bestätigt; denn es sind die gröſsten Baumstämme durch diese Wehr-Oeffnungen getrieben, ohne sich nur an die Pfeiler angelehnt zu haben.

§. 149. Was die Construction dieser Pfeiler anbetrifft, so ist eine weitläufige Beschreibung davon ganz überflüssig, weil anf Tab. 102. nicht nur der Rost, dessen Ausfüllung, sondern auch die eilf Steinschichten der Umfassungsmauer, welche aus den festesten Nagelflue-Steinen, wovon der Cubik-Schuh 118 bis 121 Pfund wiegt, bestehen, so wie die obere zum Theil aus Nagelflue- und Sandstein bestehende Decklage des Pfeilers Nro. IV. genau dargestellt ist. Im Mittel enthält jeder Pfeiler 4878 Cubik-Schuh volles Mauerwerk; nämlich der vordere bis zum Kranz gehende Halbcylinder 1001 Cubik-Schuh; der Kranz oder halbe Kegel 77 Cubik-Schuh; der mittlere Theil als Prisma 3606 Cubik-Schuh; die obere, sechs Prismate darstellende Abflächung, enthält 780 Cubik-Schuh; und endlich miſst die hintere Abflächung des Pfeilers, als ein halbschief abgeschnittenes Prisma, 90 Cubik-Schuh. Der körperliche Inhalt eines Pfeilers wird daher 5554 Cubik-Schuh betragen, wenn nicht der innere Raum des Cirkelgewölbes, einen vorne und hinten abgeschnittenen Cylinder bildend, mit 676 Cubik-Schuh abgezogen werden müſste.

§. 150. Bevor ich die Hauptgründung des ganzen Werkes und die Ausführung selbst beschreibe, glaube ich die in Fig. 3., 4. und 5. Tab. 101. stromabwärts und stromaufwärts dargestellten Balkenwände beschreiben zu müssen. Man sieht nämlich in Fig. 13. Tab. 102. am deutlichsten, daſs jeder Pfeiler, an jeder Seite, zwey Falze hat. Die vordersten Falze *) zweyer Pfeiler sind dazu bestimmt, um eine Balken-

*) Damit die Steine einer Falze nicht von dem Herablassen der Balken abgestossen werden, so geht vorne längs derselben eine 1 1/2 Zoll breite und einen Zoll dicke eiserne Stange *f* (Fig. 16. Tab. 102.) von

wand $x\,y$ aufzunehmen, wovon jeder Balken 8 zoll breit und 9 zoll hoch ist *). In dieser Balkenwand $x\,y$ liegen die einzelnen Balken, wie Fig. 3. Tab. 101. zeigt, aufeinander. Weil jeder Balken einzeln aus den zwo Falzen gehoben oder herabgelassen werden muſs: so hat derselbe an den seiten zwo eiserne Hacken, in denen die Hacken der Hebstangen Fig. 30. eingreifen, und jede Hebstange hat mehrere Handheben, damit man sie herunter lassen und hinauf ziehen könne. Jede dieser vordern fünf Balkenwände (Fig. 3. Tab. 101.) ist dazu bestimmt, daſs, wenn der strom durch die Wehröffnungen abgeflossen und zu einer, für die Maschinen, erforderlichen Höhe gefallen ist, dieselben es möglich machen, die zweyte Balkenwand $b\,b$ Fig. 13. Tab. 102. einzulegen. Diese wand wird nämlich an der einen seite eines Pfeilers, von einem eichenen ständer n (Fig. 13. und 27. Tab. 102.) gehalten, der an einem vier zoll starken eisernen Knie $c\,d$ **) befestigt ist, welches um einen Bolzen bey D beweglich, und dessen vordere Ansicht c in Fig. 26. dargestellt ist. Bey der entgegengesetzten seite oder bey dem nächstfolgenden Pfeiler wird diese Balkenwand von der Nuthe b des Pfeilers 3 gehalten. Um vor dem Pfeiler den ständer in die verticalstellung zu bringen: so ist oben auf jeden Pfeiler, bey x, ein eiserner Ring eingelassen, von welchem ab eine Kette bis zum obern Ende des ständers, worin eine eiserne Oehse oder Ring eingelassen ist, läuft. Mit dieser durch den Ring befestigten Kette wird der eigentliche ständer herauf gezogen, wenn die Balkenwand $b\,b$ eingelegt werden soll. Wer sich den Druck gegen die Balkenwand von der vor derselben stehenden wassermasse gedenkt, der wird eingestehen müssen, daſs der ständer durch eine künstliche vorrichtung vertical zu halten sey. Diese Bedingung ist auf folgende weise entsprochen. In jedem Pfeiler ist eine gezahnte, 3 zoll breite und anderthalb zoll hohe eiserne stange o Fig. 23. Tab. 102. unter den Decksteinen eingelassen. Die Einkerbungen p dieser stange werden vermittelst eines Getriebes q, das man mit der Kurbel r (s. auch Fig. 24.) herumdreht, hin und her bewegt.

Sollen also die Balken einzeln eingesetzt werden: so wird hinter dem vertical stehenden ständer diese stange geschoben. An dem entgegen gesetzten Pfeiler sind diese Einlegbalken A Fig. 23., an einer Kette, deren Glieder einen zoll stark sind,

oben bis unten hinab, die vermittelst fünf daran geschmiedeten Hacken, in die Werkstücke des Pfeilers eingelassen und mit Bley umgossen sind. (Fig. 29. Tab. 102.)

*) Die Erfahrung hat, bey einigen Wasserständen, gezeigt: daſs es zuweilen nicht möglich war, einen einzelnen Balken in der Falze herab zu lassen, ohne ihn zu sprengen und man hat zwey solche Zulegebalken auf einander schrauben müssen.

**) Dieses Knie ist unten auf die eine Grundschwelle des Fachwerkes, vermittelst zwo Sschrauben, befestigt; es kann daher der Ständer n so fallen, wie er Fig. 13. gezeichnet ist. Damit derselbe aber nicht in die Wehr-Oeffnung hineinfällt, so habe ich, längs seinem untern Theil, auf die Queerschwelle M F. 14. ein oben abgerundetes Holzstück, welches in Fig. 13., rechts dem Ständer beym Buchstaben n, von oben zu sehen ist, aufnageln lassen.

befestigt. In diese Balken sind nämlich grofse eiserne Ringe eingelassen, durch welche die Kette läuft, die an dem untern Balken, mittelst einer Schraube, endigt, so dafs sich diese Balken, wenn der Strom durch die Oeffnung fährt, längs der Kette etwas bewegen, und sich an der Ecke des Pfeilers selbst anlegen können. Die Kette ist, an dem Pfeiler, an einen zwey Zoll starken eisernen Ring *R* Fig. 16 befestigt, welcher in dem Pfeiler, mittelst einem zwey Zoll starken und sechs Zoll langen, gezackten, eisernen Kloben in ein Werkstück eingelassen ist. Diese Kette hat defswegen die in Fig. 13. angegebene Länge erhalten, damit die Einlegbalken nicht an die untern Spitzen der Pfeiler anschlagen, und das Mauerwerk beschädigen. Will man dieselben beym Einlegen aufziehn, so wird darum ein Seil geschlungen, welches die auf den Pfeiler stehenden Arbeiter nach sich ziehen.

Ist diese zweyte Balkenwand *b b* in den Falz *b* und vor dem Ständer eingesetzt, so wird die vordere Balkenwand *x y* wieder herausgenommen; zuerst über je zwo Pfeiler gelegt, und dann in das nicht weit von dem Wehr stehende Magazin gebracht. Dieses Manövers wegen konnte der über das Wehr gehende Steeg Fig. 4. Tab. 101. nach der obern Seite kein Geländer erhalten. Damit aber die Balkenwand *b b*, welche die Stauwand bildet, dadurch nicht Oeffnungen erhält, dafs der Strom den obern oder wohl gar auch den zwoten Balken hebt, und sich dann zwischen der Oeffnung Treibzeug, als Holz, Stroh und dergl. legt: so habe ich über dieselbe, vor den zwo Falzen der zwo gegenüberstehender Pfeiler, einen Prefs-Ständer anbringen, und durch den Stütz- oder Haupt-Ständer Löcher bohren lassen. Durch diese Löcher wird ein eiserner Nagel gesteckt, der über jenen Prefs-Ständer reicht, zwischen demselben und dem Ständer wird aber ein eiserner Keil eingetrieben. Wird gleich nach dem Einlegen der Balken auf diesen Ständer geschlagen, so werden diese genau aufeinander geprefst. In der entgegengesetzten Falze des andern Pfeilers ist ein 2″ weites Loch gebohrt, um den in den Falz gesetzten Prefs-Ständer, mittelst eines Eisens und einiger Keile, herunter zu halten. Es versteht sich: dafs diese zwo Prefsständer vor dem Anfang eines Oeffnungs-Manövers, mit den Einlegebalken, weggenommen werden müssen. Auf diese Weise lassen sich die Balken ziemlich genau zusammentreiben!

Will man nun den Strom durch die eine oder andere Wehröffnung lassen, so wird die gezahnte Stange *o* Fig. 23. Tab. 102., vermittelst der auf dem Pfeiler No. 4. bey *r* aufgesetzten Kurbel rückwärts geschoben, und sobald diese den Ständer verlassen hat, fällt derselbe um, und augenblicklich stürzt der Strom mit seiner ganzen Gewalt durch die Oeffnung, die Einlegbalken erhalten dann die bey *A* gezeichnete Lage, welche der Strom auf und nieder treibt. Dieses Manöver ist äusserst überraschend, und wenn man, bey 4 Fufs Wasserstand, die fünf Balkenwände mit Einmal öffnet, so fällt der Strom in fünf Minuten dreyfsig Zoll. Nachdem derselbe um eine für die Gewerke erforderlichen Höhe gefallen ist, auch oberhalb *Landshut* nicht mehr

steigt; so wird die vordere Balkenwand $x\,y$ eingelegt, dann aber auch die zweyte. Damit diese an die Kette *t* befestigten Einlegbalken *A* aus der grofsen Falze des Pfeilers springen können, ohne die Mauer zu beschädigen, so ist diese Falze vorne abgeschrägt; damit ferner das oben beschriebene Oeffnungs-Manöver gut vor sich gehe, so ist auf jeden Pfeiler bey *g* (s. die Oberfläche des Pfeile[illegible]. 4.) ein eiserner Ring befestigt *), durch welchen man ein um die Kette geschlungenes Seil zieht. In der Folge werde ich, zur Erleichterung dieses Manövers, noch einen Ring an der Seitenwand eines jeden Pfeilers, nicht weit von diesem Ringe, befestigen lassen.

§. 151. Es ist schon bemerkt worden, dafs in jedem Pfeiler eine Gewölb-Oeffnung bestehet. Dieselben können mit den in Fig. 28. bezeichneten, aus Eichenholz bestehenden, und mit eisernen Bändern überzogenen Schütz verschlossen werden **). Dieses Schütz läuft nämlich in einen in dem Gewölbe gemachten $2\frac{1}{2}$ Zoll weiten Falz oder Nuthe. Längs demselben ist eine oben gezahnte eiserne Stange befestigt, welche von einem Getriebe *t* Fig. 16., vermittelst einer Kurbel, auf und nieder bewegt werden kann. Wie dieses Getriebe auf den Pfeilern, mit drey eisernen Stützen, befestigt ist, zeigt Fig. 15. und 16. Es ist in eine Kapsel eingeschlossen, und die Kurbel wird von demselben sowohl, als bey der Vorrichtung mit der eisernen Stange, Fig. 23., nach den mit dem Schütz gemachten Manöver, abgenommen, damit kein Unfug statt finden möge.

Die Verschliefsung der Gewölbe ist deswegen nothwendig, a) damit beym niedrigen Stande des Stromes immer ein Wasservorrath zurück behalten werde, wenn es nothwendig ist, und b) das Eis durch die Gewölböffnungen nicht durchfahre. Während dem gewöhnlichen Stande des Stromes, und so lange derselbe nicht bedeutend zu steigen beginnt, so wie auch während des Winters, sind diese runden Schütze herunter gelassen. Ist der Strom gefroren, und ein Eisgang zu befürchten, dann füllt man, wie gesagt, den vordern Theil der vier Gewölböffnungen mit Stroh, und stopft auf diese Weise den oberhalb dem Schütz liegenden Theil der Gewölbe vollkommen zu, damit das Mauerwerk nicht beschädigt werde, und ganz frey vom Wasser bleibt.

§. 152. Ist der Strom zu einer Zeit, wenn auch die Flofsfahrt nicht geht, sehr niedrig, so kann auch diese, vermittelst einer Balkenwand, weil sowohl im Pfeiler No. 1. als No. 2. Fig. 1. Tab. 101. Falze gemacht sind, geschlossen werden. Dieser Fall ist jedoch nur im Winter und damals eingetreten, als die Flofsfahrt 54 Schuh verlängert wurde; dabey mufsten aber zwey Balken übereinander, mit Schrauben, be-

*) Dieser Ring so wohl als noch ein zweyter in der Oberfläche der Pfeiler eingelassener dient auch zum Einhangen einer Leiter, die ein recht winkeliges Knie hat, um längs den Pfeiler herabzusteigen.

**) Dies Schütz besteht ganz aus geschmiedeten Eisen und wiegt 400 Pfund.

festigt werden, weil der strom einen Balken von 36′ Länge zerbrach; da man keine lerchene und eichene Balken, sondern nur Fichtene hatte.

§. 152. Jetzt will ich zu den Gründungen dieses Wehres übergehen, zugleich die Ausführung des Baues und einige dabey gemachte, für den Ingenieur wichtige Erfahrungen und Beobachtungen, anführen. Der Grund des ganzen Wehres besteht aus einem 132 Schuh breiten Faschinenbau (welcher anfänglich 100 breit seyn sollte: aber wegen den alten im Flufsbett stehenden Pfählen breiter gemacht werden mufste) den wir in den Plan Tab. 101. mit Queerstrichen angedeutet sehen, und wozu 40000 Faschinen gebraucht sind. Mit dieser von beyden Ufern zugleich angefangenen Faschinen - Gründung wurde zuerst der Strom gesperrt, und es war merkwürdig wie derselbe bereits über einen grofsen Theil dieses Faschinenbaues fiel, während noch bey dessen Zuschlusse, da wo jetzt der Pfeiler Nro. 5. steht, gearbeitet wurde.

Allerdings war es für den ganzen Bau selbst ein sehr nachtheiliger und kostbahrer Umstand, dafs diese Faschinengründung erst am 9. May 1810., als die Gewässer bereits im steigen waren, angefangen werden konnte. Sie mufste daher drey Schuh höher aufgeführt werden, als sie nach dem Plane aufgeführt werden sollte, weil es unmöglich ist, in einem reissenden, voller Pfahlwerk stehenden und wachsenden Strome, einen Faschinenbau, unter der Oberfläche des Wassers, aufzuführen. Diese überflüssig nach der Senkung des Faschinenbaues immer noch zwey Schuh betragende Höhe mufste daselbst, wo die Pfeiler stehen, vier Schuh unter dem Wasser abgenommen werden, als man den Rost dieser Pfeiler legte; eine Arbeit, von der ich unten mehr erwähnen werde. Es entstand also eine zweyfache unnöthige Ausgabe: 1) für die zu hohe Aufführung des Faschinenbaues und 2) für die Wegnahme der obern Lagen, als die Fundation der Pfeiler und die Legung der Roste des ganzen Sturzbettes bewerkstelligt werden mufste.

Da die Genehmigung des Baues erst am 10. April 1810 erfolgte, derselbe des baufälligen Zustandes vom alten Wehre *A B* (siehe den Plan Tab. 101.) aber im Jahre 1810 gröfstentheils vollendet werden mufste: so liefs ich bis zum 9. May viele hundert Pfähle des von 1745 bestehenden und erwähnten ältesten Wehres herausziehen, damit die Faschinen-Gründung sich gröfstentheils auf den Grund senken konnte, und in dieser Zwischenzeit wurde die Anschaffung der Materialien betrieben. Diese Gründung hat eine Dicke von 5 bis 17 Schuh, eine Breite von 132 Schuh, und eine Länge von 317 Schuh erhalten. Sie war bis zum 9. Juni glücklich bewerkstelligt, nachdem ich am 29. May auf dem alten viel Wasser durchlassenden Wehr *A B C* eine Planken - Abdammung hatte machen, und den vorher seit zwey Jahren zugedammten Flofsablafs hatte öffnen lassen, um den Strom dergestalt zu theilen, dafs die Kiesbank *ck* nicht fortgeschwemmt werden konnte, weil diese das Beschwerungs - Material zum Faschinenbau hergeben mufste, um bedeutende Kosten zu ersparen. Im May

[illegible]sar-Pfahres [illegible] Grundpfähle. [illegible] Tab. 561 u. 562.

[illegible] M. u. M. 1256 Pfund; b) bei dem Pfahle Nro. M. 1170 Pfund mit Ausnahme der Grund-
[illegible] oder Felsen [illegible] so konnte er in der Folge nicht anders gerammt
[illegible] von Belang [illegible]

Nr.	Rammzeit	[illegible]	Steinstand	[illegible]	Anzahl		Ramm-zeit	[illegible]	Pfahlstand
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Resultate des Einrammens der 101 u. 102.

Das Gewicht der Rammklötze womit die Einrammung bis und mit Ausnahme der Grundpfähle 1 bis 9 des Pfeilers Nro. VI., die mit einem 1320 Ⅎer Folge nicht anders gebraucht werden,

Grundpfähle des Pfeilers Nro. III. Fig. I.										
Num. des Grund-pfahles	Anzahl der Hitzen	Anzahl der Schläge	Rammzeit Minuten	Rammzeit Secund.	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes Schuh	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes Zoll	Pfahlstand Schuh	Pfahlstand Zoll	Pfahlstand Linien	Mit der letzten Hitz rückte der Pfahl noch in Grund Linien
1	43	1462	59	17	5	3	24	11	7	1
2	32	1053	42	47	4	11	26	1	5	1
3	44	1455	57	40	4	11	25	3	4	3
4	39	1334	52	43	5	2	25	3	6	2
5	33	1031	41	12	4	11	23	11	6	2
6	36	1178	46	54	4	11	26	7	2	1
7	48	1592	62	50	5	1	25	9	4	1
8	34	1185	45	58	5	1	27	2	9	1
9	29	994	39	51	5	1	24	8	11	2
10	44	2270	87	59	5	0	16	8	10	2
11	28	951	37	55	4	11	26	6	1	2
12	29	923	36	43	5	2	25	3	0	4
13	27	870	34	13	5	1	26	10	3	2
14	31	1000	39	59	5	1	27	6	9	4
15	22	775	30	48	5	0	25	3	8	5
16	45	1452	57	39	3	9	24	8	10	2
17	36	1295	51	11	4	11	26	6	5	2
18	28	1068	42	19	5	2	27	7	2	3
19	32	1141	45	49	5	0	22	10	8	2
20	40	1200	48	3	4	8	15	5	9	4
21	35	1119	44	14	4	11	24	3	4	1
22	29	1026	40	43	5	0	25	0	4	7
23	30	1037	40	23	5	1	23	11	5	0
24	35	1119	44	51	4	10	25	5	4	1
25	29	1071	41	26	4	11	22	4	0	2
26	22	812	31	19	5	1	24	1	11	2
27	24	882	34	20	4	11	26	2	10	2
28	25	842	33	11	5	2	26	8	2	4
29	23	728	29	5	5	2	26	6	9	6
30	30	1152	46	0	4	9	23	2	2	9
31	36	1256	50	22	4	8	24	2	1	3
32	30	1053	41	57	4	8	26	9	3	4
33	28	960	38	38	4	7	23	7	6	2
34	30	1022	40	46	5	3	25	1	7	2
35	29	870	35	11	5	0	25	3	10	3
36	33	1029	40	47	5	1	26	1	4	3
37	29	930	36	57	4	10	24	0	0	3
38	28	863	34	31	4	10	24	8	1	3
39	23	740	29	36	5	0	23	4	4	5
40	17	645	25	35	5	0	22	5	2	6
41	39	1365	45	18	4	11	23	2	7	3
42	12	360	14	38	4	1	22	2	0	3
43	15	440	17	45	4	3	23	1	3	0
Summe	1331	45559	1799	23						
Also ist auf jeden Pfahl die mittlere Anzahl der Sahläge 1059										

s Pfeilers Nro. VI. Fig. I.							
Num. de Grun pfahl	Ramm-zeit Secund.	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes Schuh	Mittlere Fallhöhe des Rammklotzes Zoll	Pfahlstand Schuh	Pfahlstand Zoll	Pfahlstand Linien	Mit der letzten Hitz rückte der Pfahl noch in Grund Linien
1	56	4	9	13	11	7	0
2	33	5	0	13	7	6	2
3	30	5	3	18	7	5	2
4	34	4	10	18	6	4	10
5	13	4	4	18	7	5	1
6	20	4	4	17	8	2	1
7	53	4	8	16	11	11	1
8	1	4	9	12	2	2	2
9	41	5	0	16	9	10	3
10	36	5	7	15	0	0	3
11	53	5	9	20	3	6	3
12	10	5	7	18	3	10	3
13	9	6	1	19	5	7	3
14	14	6	0	20	5	5	1
15	2	5	2	16	1	3	0
16	4	5	8	22	5	2	3
17	6	5	3	17	5	0	2
18	56	5	1	17	5	6	1
19	15	5	5	21	10	3	1
20	10	5	2	17	3	2	2
21	35	5	1	17	1	9	0
22	45	4	10	17	0	3	2
23	8	5	1	15	5	1	2
24	5	5	3	15	9	2	0
25	32	5	4	14	11	1	4
26	43	4	1	12	1	9	1
27	42	4	11	15	4	11	2
28	6	4	3	12	4	11	3
29	18	4	11	16	5	9	0
30	36	5	0	14	1	3	2
31	21	3	0	12	5	0	2
32	31	4	6	17	3	6	1
33	37	4	4	17	9	5	4
34	49	5	3	16	0	11	0
35	29	5	3	13	9	3	4
36	53	4	8	16	11	11	1
37	39	6	0	12	4	2	0
38	37	6	0	12	6	1	0
39	20	6	0	13	9	9	1
40	44	6	0	14	8	7	2
41	30	6	0	11	4	6	0
42	41	6	0	14	6	4	1
	18	4	4	16	0	9	2
	38	4	8	11	10	11	3
	53	5	0	19	6	4	0
Summ	46	4	4	13	8	3	3
	50	4	1	17	3	9	2
Also	32	3	11	9	2	7	2
	3						
Also … die mittlere Anzahl der Schläge 838.							

*) Die Grundpfähle hatten oben eine Stärke von 12 Zoll. Die Pfahl… geschah auch bey den Gewölbpfeilern 3. 4. 5. 6. Bey den erste… leichten Rammklötzen geschahen in Mittel 444 Schläge auf jed… machen 1100 Pariser. Der baierische Schuh hat $129\frac{38}{100}$ Pariserli…

wurde auch vor dem untern Theil der Faschinen-Gründung eine zum Baudienste nothwendige Transportbrücke (siehe auf der Karte Tab. 101. pont service) errichtet, denn es mufste an beyden Ufern das Bauholz und die Steine aufgefahren werden, weil der Werkplatz, der Häuser und Gärten wegen, nicht nahe am Bau etablirt werden konnte.

Jetzt liefs ich nach Landshut das Modell des Wehres bringen, um die bey der Bau-Ausführung Angestellten mit der Construction desselben und allen seinen Theilen bekannt zu machen, und in einigen Bogen eine Beschreibung des Baues drucken, damit während meiner Abwesenheit, nach meinem Plane verfahren werden konnte. Hierdurch wurden die unberufenen Tadler, und die Intriganten, welche so bereitwillig gegen das Gelingen dieses Baues waren, abgeschreckt.

§. 153. Bey allen Bauten, die den Angriff des Stromes nnd dem Eisgange widerstehen sollen, ist die Fundirung oder Gründung das wichtigste. Jeder der vier Pfeiler ruht daher auf 42 bis 48 durch die Faschinen-Gründung mit schweren Rammbären, bis zum Stehen, eingeschlagener Pfähle, worüber die angehängte, zu dieser Seite gehörige, und die Resultate des Einrammens der 177 Grund-Pfähle enthaltende Tabelle, so wie Fig. 1. Tab. 102., worin die Pfähle angedeutet sind, die nähere Auskunft giebt. Diese Grundpfähle hatten eine Stärke von 12 bis 13 Zoll, und jeder trägt beyläufig 140 Centner. Da, wo der Pfeiler Nro. 6. steht, befindet sich der festeste Grund, und der stärkste Faschinenbau. Wiewohl seine Pfähle, bey der letzten Hitze, um nichts mehr einrückten, so erhielten einige dennoch nur 324 Rammschläge. Aufser denen unter den fünf Pfeilern des Wehres, welche 239 Grundpfähle erhielten, sind vor den Pfeilern 205 Stützpfähle, unter den zwey Landpfeilern 98 Grundpfähle, und in den Sturzbetten der Wehröffnung und hinter den Pfeilern 230 Pfähle eingerammt, so dafs in allem 772 Pfähle eingeschlagen wurden; dazu sind später noch 240 in dem Ende des bedielten Sturzbettes gekommen.

§. 154. Als die Faschinengründung des gesammten Wehres, die wir in den Plan Tab. 101. mit Strichen angedeutet finden, am 12. Juni 1810 vollendet war, wurden bis Ende Juni zwölf Gerüstjoche (Fig. XI. Tab. 101.) eingerammt, mit Gurtungen und einer Kronschwelle versehen. Auf diesem Gerüste liefs ich die kleinen Zugrammen (2. und 4.) stellen. Späterhin diente es zum Transport der Steine zum obern Theil der Pfeiler. Auf der untern Gurtung dieser Gerüstjoche wurde ein niedriges dicht längs den Pfeilern hingehendes Gerüst Fig. XIII. etablirt; vorher aber für die Stellung der groſsen Ramm-Maschinen 1. und 3. eine Planken- und Bretter-Bettung, auf diese untere Gurtung, gelegt. Ende Juni wurde die Einrammung der Grundpfähle bey dem Pfeiler Nro. 2. Fig. 1. angefangen; die des Pfeilers Nro. 3. begann am 16. Juli Abends, und wurde am 1. August beendigt; täglich rammte man vier bis fünf Pfähle ein, und das Einrammen der 177 Grundpfähle, welche unter die vier Pfeiler F. 1. T. 102. stehen, war bis zur Mitte August vollendet. Da wegen der vorgerückten Jahreszeit kein Augen-

blick versäumt werden durfte, so konnte ich die Vollendung der Einrammung nicht abwarten, sondern mufste nach und nach die Grundlegung des Rostes bewerkstelligen lassen.

Es ist schon bemerkt worden, dafs die Stelle, wo das Wehr erbaut werden mufste, voller alten Pfähle stand. Es wurden daher zur Sicherung des Sturzbettes in den linkseitigen zwo Wehröffnungen zwo Reihen eichener Spundpfähle, 16 bis 22 Schuh tief, eingerammt, deren Falze einen Triangel bilden. Die eine Wand steht hinter der vordern Pfahlreihe, welche vor allen Pfeilern hergeht, und die zweyte steht unter der vordern Balkenwand $x\ y$. Auch wurde von der untern Spitze des Pfeilers Nro. 3. bis zu den Pfeiler Nro. 2. eine Pfahlwand eingerammt, worin Pfahl an Pfahl steht. Der Vorkopf von den Landpfeilern Nro. 1. ruht auf eine Pfahlwand, worin ein Pfahl den andern berührt, und diese geht so bis gegen das Schütz der Schleifmühle. Die Pfähle der Fachwerke von den Durchlafsöffnungen, so wie die vordere Pfahlreihe *t t* Fig. 1. Tab. 101., sind mit einem Rammklotze, von 742 Pfund schwer, 12 bis 14 Fufs tief eingerammt worden.

§. 155. Während das Einrammen der Grundpfähle bewirkt wurde, liefs man die eichenen Schwellroste, wovon $\frac{3}{4}$ eines Rostes, in Fig. 1. Tab. 102. sichtbar sind, auf dem Werkplatze, auf einer genauen, auf eingerammten Pfählen ruhenden Bretterlage, zimmern, und hozizontal nach der aus Latten gemachten Lehre abbinden. — Dabey sind folgende Beobachtungen gemacht: a) Zwey Zimmergesellen brachten mit dem Behauen auf vier Seiten eines 36 Fufs langen, und 12 Zoll im Viereck habenden eichenen Balkens, eilf Arbeitsstunden zu. b) Sechs Zimmerleute arbeiteten auf dem Werkplatze an der Zimmerung und Abbindung eines Pfeiler-Rostes, und mit der Legung und Zurichtung der vierzölligen Deckplanken, die queer über jeden Rost ganz liegen, (man sieht davon bey Nro. 6. Fig. 1. nur einen Theil) sechzig Stunden. c) Mit Bohrung der sowohl durch die Rostplanken, als den Rost selbst gehenden Nagel-Löchern haben zwey Zimmerleute 10 Stunden zugebracht. Das Gewicht des baierischen Cubikschuhes Eichenholzes zum Rost betrug 41 $\frac{1}{2}$ Pfund baierisch.

Die *Legung des Rostes* unter dem Mauerwerk dieses Wehres war nicht nur äusserst beschwerlich, sondern auch kostbar. Da die Faschinengründung nicht im Februar und März, wie es hätte seyn sollen (§. 152.), sondern erst im May angefangen werden konnte, so mufste dieselbe, um stets über die Oberfläche des Wassers gehalten werden zu können, im Mittel drey Schuh höher gelegt werden, als sie nach dem Plane gelegt werden sollte. Da auch der Wasserstand nach Vollendung des Rammens bey einigen Pfeilern zwischen zwey bis fünf Fufs über den niedrigsten war, so konnten die Grundpfähle mit der Wassersäge nicht anders unter Wasser, bis zur bestimmten Tiefe, abgeschnitten werden, als dafs zwey bis drey Lagen von dem Faschinenbau heraus gerissen wurden. Die Beschwerlichkeit dieser Arbeit bey solchen Wasserständen hat abermals einen Beweis von der Festigkeit des Faschinenbaues gegeben, denn

man konnte die 2te und dritte Lage nicht anders, als durch das Aufreifsen der einzelnen Reiser mit Hacken, ja selbst nicht anders, als mit Anbringung der Zugwinde bewerkstelligen. Die erste Lage wurde aber mittelst Stemmeisen und spitzigen Hacken heraus gerissen. Die Arbeiter standen bis an die Brust im Wasser; ein Glück, dafs die Witterung sehr warm und das Wasser nicht kalt war. Bey jedem Pfeiler erforderte die Ausräumung des Faschinenbaues sechs Tage über zwölf Zimmergesellen und acht Handlanger. Am 20. July fieng man diese Ausräumung beym Pfeiler Nro. 6. an. Fig. I. Hierzu kam noch wegen der höhern Wasserstände eine zweyte Ausgabe, nämlich die Errichtung eines spitz zugehenden Fangdammes vor jedem Pfeiler, um wenigstens bey dem hohen Stande des Stromes am Pfeiler selbst zwey Schuh Wasser weniger zu erhalten. Zwanzig Taglöhner und zwey Zimmergesellen arbeiteten vier Tage an solchen 4 bis 6 Schuh breiten Fangdammes eines Pfeilers. Der erste in Fig. XII. und XIII. bey B dargestellte Fangedamm ward am rechtseitigen Ufer am 30. July angefangen. Alle diese Arbeit, welche beym frühern Beginnen des Baues und bey niedrigen Wasserständen nicht nöthig gewesen wäre, so wie das beschwerliche Legen der Roste, hat wenigstens 4000 fl. gekostet.

In der folgenden Woche wollte ich der Legung des Grundsteines beywohnen. Am 5. und 6. August wurden daher die Grundpfähle vier Schuh mit einer an einem, auf Walzenräder laufenden Rahmen, angebrachten Säge (T. 100. F. 32. S. 482), unter Wasser horizontal abgeschnitten. Acht Mann gebrauchten zur Absägung von 43 Grundpfählen 22 Stunden. Die Zeit des wirklichen Sägens von einem Pfahl betrug im Mittel sechs Minuten. Zugleich wurde der Schwellrost auf dem Werkplatz auseinander gelegt, nach der Baustelle transportirt, und acht Zimmerleute gebrauchten in meiner Gegenwart am 7. August nicht länger, als zwey Stunden zum Zusammenschlagen des Rostes auf der Wasserfläche, und zum Versenken auf die Pfahlköpfe drey Stunden. Nachdem der Rost genau auf der Oberfläche des Wassers so gelegt war, wie er auf die Grundpfähle zu liegen kommen sollte, so traten mehrere Arbeiter darauf, und setzten Klötze auf die Mittellinie des Rostes. Ueber diese wurden kreuzweise Hebel gelegt, welche unter den unteren Gurtungen der dem Pfeiler zunächst stehenden zwey Gerüstjochen gesteckt wurden. Jetzt tauchten vier Arbeiter einen jeden Hebel, und der Rost senkte sich auf die Grundpfähle. Es wurden mit eisernen Stangen die Nagellöcher gesucht, die 15 Zoll langen mit Widerhacken versehenen Nägel darein gesteckt, darauf ein Eisen gesetzt, und auf dieses mit eisernen schweren Hammern geschlagen, während die Hebel immer herunter getaucht wurden. Die Aufnaglung war in zwey Stunden vollendet. Schnell wurde jetzt die Füllung der Rostfelder mit Cement, Mörtel, lebendigen Kalch, Kieseln und Bruchsteinen bewerkstelliget, dann um den Rost grofse Steine geworfen. Diese Füllung ward in 6 Stunden von 16 Mann bewerkstelligt. Sie geschah so hoch, dafs man die Rostplanken darauf pressen mufste, um fest auf die

rostschwellen mit eben solchen grofsen Nägeln genagelt zu werden, als bey den Rost selbst gebraucht waren.

§. 156. Drey und vierzig Steinmetzen waren vom März an, mit sprengung der steine bey den oberhalb Landshut eröffneten steinbrüchen, die aus festen, viel Quarz enthaltenden Nagelflue (Breccia) bestehen, und mit dem Behauen dieser steine beschäftiget. Mit 5½ Pfund Pulver wurden durch zwey bis drey Schuh tief gebohrte Mienen 708 Cubik-Schuh von 3 steinsprengern in sechs Tagen gesprengt. Die Hälfte dieser steine bestand aus stücken von 4 Fufs lang, 2 Fufs hoch und 3 Fufs breit. — Der Cubik-Schuh dieses steines wiegt 118 bis 121 Pfund. Er ist von solcher Härte, dafs die steinhauen täglich einigemal geschärft werden mufsten. Ich liefs stücke brechen, die, nachdem sie auf fünf seiten genau behauen waren, 70 bis 106 zentner baierisch wogen, von denen mehrere 7 Fufs lang 3 Fufs hoch, und 4 Fufs dick waren. Solcher grofsen Stücke sind an jeden Pfeiler mehr den dreyfsig angewendet worden. Zwey Mann konnten von diesem steine in neun stunden kaum eine Fläche von sechs Quadrat-schuhen behauen, wo hingegen von dem blauen sehr festen sandsteine, welcher aus dem Abbruche der Franziskanerkirche gekauft war, und wovon der Cubikschuh 115 Pfund wiegt, ein Quadrat-schuh in einer halben stunde von einem Manne behauen wurde. Der Cubik-schuh von den gebrauchten ziegeln wog 73¾ Pfund.

§. 157. Die Legung des Grundsteines *c* Fig. XII., der 106 zentner wog, wurde am 8. August bey dem Pfeiler Nro. 6. mit einer Feyerlichkeit, woran wenigstens 5000 Menschen Theil nahmen, folgender Massen bewerkstelligt: In diesem grofsen steine, der aus einem an der Münchner Chaussee liegenden steinbruche gesprengt, und daselbst behauen war, den man zu Schiff transportirt hatte, und der auf einen steinwagen gelegt war, wurden zwey 4 zoll tiefe Löcher gehauen, um darin zwey eiserne, seite 464 beschriebene und in Fig. XXX^b. Tab. 83. dargestellte Steinkrampen einzulassen.

Solche schwere steinmassen lassen sich auf die gewöhnliche weise (auf walzen) nicht anders in ihr Lager bringen, als dafs viel zeit und Arbeit verloren geht, und die steinlagen, worauf sie gelegt werden, sich verrücken. Jedes an diesem Bau gebrauchte werkstück, welches mehr denn zwanzig zentner wog, ist daher auf folgende Art auf die für dasselbe bestimmten stelle nieder gelassen. Auf das den Pfeiler umgebende Gerüste, dessen ich oben erwähnte, wurde ein aus zwey seitenstücken E E, wovon jedes stück aus zwey in einander verzahnten, mittels vier Schrauben zusammen gezogenen Balken bestand, und aus zwey in Fig. X. sichtbaren Queerbalken bestehenden *schlitten* gebracht. Dieser schlitten trug den wagen *a*, welchen man vermittelst vier mit Eisen beschlagenen walzenrädern vor- und rückwärts, durch Ansetzung von Brechstangen, bewegen konnte. An diesen wagen wurden die in Flaschenzügen *b b*, in denen Hacken, die um den Bügel der steinkrampen geschlungenen seile befestigt waren, die eingezogenen seile angehangen. Hatte man den wagen derge-

stalt gerichtet: dafs das daran mittelst den Steinkrampen und Flaschenzügen befestigte Werkstück über sein Lager vertikal gehalten werden konnte, so wurde dasselbe auf das obere Gerüst, auf einem Walzenwagen, von dem Bauplatze abgezogen, und die Flaschenzüge auf den mittlern Träger des Wagens, oder mittelst eines an dem hintern Queerholz dieses Wagens angebrachten Hackens, auch der Länge nach, durch Einziehung der Zugseile, angehangen. Jetzt zogen 40 bis 60 Mann die zwey unten über Rollen laufenden Seile *e e* Fig. XI. an. Das Werkstück hieng so schwebend, und wurde durch die Nachlassung der Seile langsam herab gelassen. Die Stellen, wo die Seile die Balken des Gerüstes berührten, wurden mit Wasser begossen. Dies Schauspiel war wirklich äufserst interessant, denn vielleicht hat man in wenig Ländern so grofse Steinblöcke bey Bauwerken angewendet. Binnen zehn Minuten war ein solches Manöver vollzogen.

Am 28. September wurde der Grundstein des Pfeilers Nro. 2., dessen Gewicht 83 Zentner betrug, in Gegenwart des Staatsministers *Grafen von Montgelas* mit aller Feyerlichkeit, auf diese Art über sein Lager hinab gesenkt. Dieser Minister beantwortete als Staatsmann die bey dieser Feyerlichkeit gehaltenen Reden, und erwähnte darin den Nutzen dieses Baues. Ich selbst glaubte, dieselbe mit einer Rede zu bezeichnen, worin ich unter andern sagte: „Es ist ein wichtiger und schöner Moment, in welchem der von allen Baiern hochverehrte Staatsminister *Graf von Montgelas* der Setzung des Grundsteins von einem der Pfeiler dieses Werkes beywohnt. Der heutige Tag (der 28. September 1810) wird daher in den Jahrbüchern Landshuts ewig merkwürdig bleiben. — Die königl. Huld für diese Stadt, in welcher Baierns Staatsbeamte, Lehrer und aufgeklärte Männer aller Stände gebildet werden, spricht sich durch die nahe Vollendung des vor uns liegenden Baues auf eine Weise aus, die die trefflichen und fleifsigen Bewohner Landshuts zu einer unbegränzten Dankbarkeit auffodert; Gesinnungen und Gefühle, die sie bey allen Gelegenheiten, selbst in den Tagen der Gefahr, nicht blos in ihren Herzen getragen, sondern auch thätig geübt haben. — Möge das Wohl dieser schätzbaren Gemeinde sich zum ehemaligen Flor erheben, und möge es so lange bestehen, als dieser Grundstein sein Lager behält!"

§. 158. Doch ich komme auf den Bau selbst zurück. Dabey war die Ausführung der Gewölbe sehr schwierig; und hierzu kam noch, dafs die Isar den ganzen Sommer über ungewöhnlich hoch war, so dafs das Mauerwerk mit grofser Vorsicht behandelt werden mufste. Die Schicht von einem Pfeiler wurde gewöhnlich in einem Tage durch 6 Maurergesellen und 10 Taglöhner gelegt; drey Steinhauer gaben den Steinen (nach der Lehre), die letzte Zubereitung, und vier Taglöhner waren mit der Verfertigung des Mörtels beschäftigt. Zum Transport der Steine und des Mörtels, vom Werkplatze bis zur Baustelle, wurden noch 10 bis 16 Mann gebraucht.

Ein Gewölbe, wie die Zirkelgewölbe dieser Pfeiler, welches an beyden Seiten Ausschnitte hat (siehe Fig. 16. Tab. 102), ist äufserst merkwürdig, so wie dessen Anlage durch den ganzen Pfeiler. Ich glaube daher, dafs dem Ingenieur eine kurze Beschreibung dieser an den vier Pfeilern des Landshuter-Wehres vollzogenen Wölbungsart und des dazu gebrauchten Lehrgerüstes nicht unwillkommen seyn wird. Nachdem die ersten Lagen von Steinen so gemauert und gelegt waren, wie es die Fig. II. III. IV. Tab. 102. zeigen, so wurden in der vierten Schicht Fig. V., nachdem dieselbe im Innern mit Ziegel- und Bruchsteinen ausgemauert war, an beyden Enden des Pfeilers die Werkstücke gelegt, welche genau nach dem Kreis des Gewölbes gehauen waren, und die bis zur halben Gewölbhöhe reichten. Jetzt wurde in der Mitte des Gewölbes, bey *r s*, eine aus zwey nach dem Halbzirkel geschnittenen Brettern bestehende Lehre oder Chablone, welche die Höhe des verkehrten Gewölbes hatte, gesetzt. Dann fieng man bey dieser Lehre an, die ersten Ziegel dergestalt in Cement zu setzen, dafs ein Stein um den andern an diese Lehre stiefs, und der zweyte Stein um die halbe Länge eines Steines, weniger die Dicke der Chablone, zurück gezogen wurde, so dafs also nach der Wegnahme dieser Chablone noch Ziegel in die gelassenen Räume eingesetzt werden konnten. Auf diese Chablone sowohl, als auf die am Ende des Gewölbes liegenden Werkstücke wurden Richtscheite gelegt, nach denen die Maurer, die in Fig. 5. 6 und 7. angedeuteten Ziegellagen, mauerten. Das Innere des Pfeilers wurde (Fig. 19.), mit Ziegel gewölbartig ausgemauert. So wurde von der Mittelchablone bis zu den äufsern Werkstücken, die untere Hälfte des Gewölbes aufgemauert. Jetzt setzte man die sechste Werksteinschicht Fig. 7 und 19. auf, und formirte dadurch den Anfang der Widerlager von der Gewölböffnung, und nunmehr wurde das Lehrgerüst, wovon wir die geometrische Ansicht in Fig. XIX., die perspectivische in Fig. XX., den Durchschnitt in Fig. XXI., und den Grundrifs in Fig. XXII. sehen, errichtet. Dieses Lehrgerüst bestand 1) aus einer auf die Sohle des Gewölbes liegenden Schwelle *a*; 2) aus 10 darauf gestellten Stützstreben *e*, worauf zwey längs dem obern Theil, der bereits fertig gemauerten untern Hälfte des Gewölbes hinlaufenden Balken *h h* ruhten, die zugleich an das Gewölbe angedrückt wurden, und zwar vermittelst der Queerriegel d; 3) in diese zwey Balken waren die aus zwey Chablonen bestehenden 10 Lehrbögen (Fig. XX.) eingelassen. Jede Chablone des Lehrbogens bestand aus drey Bretterstücken. Ueber alle Lehrbögen wurden dünne und schmale Schaalbretter gelegt, über welche man hin wölbte, und auf diese Weise wurde ein Gewölbe, mit zwey Steinen übereinander, gewölbt; zugleich aber auch seine Widerlager: folglich auch die äufsern Werkstück-Lagen. Jeder Ziegelstein wurde mit Sandstein sorgfältig abgerieben, dann abgestäubt, in Wasser getaucht und vermauert. Die Schlufssteine des Gewölbes wurden keilförmig zugehauen; alle Zwischenräume mit Schiefernen- oder eichenen Kleilen ausgeschlagen, und dann mit sehr dünnen Mörtelgufs, über jedes Gewölbe, gegossen. Nach Vollendung der untern Hälfte des Gewölbes

das ist des verkehrten Gewölbes, wurden sechs Tage bis zum Anfang der obern Hälfte gewartet, um den Mörtel in jenem anziehen zu lassen; und nachdem die erste Gewölblage der obern Hälfte geschlossen war, liefs man es einige Tage austrocknen, und mauerte dann das zweyte Gewölblager darauf. Um die zwo Gewölbausschnitte eines Pfeilers, mit denen aus Nagelflue und festen Sandssteinen bestehenden obern Gewölbsteinen, die den Anfang und das Ende des Gewölbes bildeten, deren Länge 30 bis 40 Zoll, die Breite 15 bis 18 Zoll betrug, und die unten 7 bis 9 Zoll, oben aber 9 bis 11 Zoll stark waren, in ihrer Lage zu halten, wurde die Mitte der über die Lehrbögen gelegten Schaalbretter, nahe an den zwo Enden eines Pfeilers, mit einem verticalen Ständer *g* (Fig. XXI.) unterstützt. Endlich wurde bey diesen Gewölben noch folgendes beobachtet. 1) Liefs man die aus Nagelflue- oder Sandstein bestehenden Gewölbsteine der zwo Ausschnitte eines Pfeilers, in die Mauer selbst (so weit als möglich) hineingehn, um ihnen die feste Lage zu geben. 2) Wurden die obern Gewölbsteine immer so gelegt, dafs sie den hintern Theil der untern Steine hinreichend beschwerten. 3) Wurde auf den Schlufsstein der Gewölbausschnitte nur alsdann ein Werkstück, vor der letzten horizontalen Lage des Pfeilers, gelegt, als bereits das ganze Gewölbe geschlossen, und verkeilt war. 4) Erhielt auch dieses Werkstück vorne eine geringere Stärke, als hinten, und die gröfste möchlichste Länge um den Schlufsstein so wenig als möglich zu drücken. 5) Nach Vollendung des Ganzen wurden die scharfen Kanten der Gewölbsteine mit dem Kronhammer abgeschrägt. Acht Tage nach der Vollendung des Gewölbes und der horizontalen Lagen eines Pfeilers wurde das *Lehrgerüste* herausgenommen, um zum Gewölbe eines zweyten Pfeilers gebraucht zu werden. Zuerst wurden die obern drey Queerriegel *d* (Fig. XX. und XXI.) herausgeschlagen, dann die Stützplanken *e*; jetzt wurden die Lehrbogen *c* nach und nach herausgenommen; ferner die Schaalbretter und endlich die übrigen Theile des Lehrgerüstes.

War der Hauptkörper eines Pfeilers vollendet, so wurde der vordere Halbkegel 6. Fig. XV. und XVI., dann die hintere Abflächung 5. Fig. XVII. und endlich die Decklage Fig. XIII. gemacht. Nachdem das sämmtliche Mauerwerk bis Mitte Nov. erbauet worden war; wozu die Nagelflue-Steine aus den Steinbrüchen oberhalb Landshut au der Chaussee, und 1½ Stunden landeinwärts; die Sandsteine und Marmorplatten aber von der abgebrochenen und an einem Privaten verkauften Franziscaner-Kirche genommen worden waren: so konnten die Fugen erst im Sommer 1811 mit Oelkitte, deren Bestandttheile Seite 536 angegeben sind, ausgestrichen werden, und die sich bis jetzt sehr gut erhalten hat.

Als die Pfeiler aufgemauert waren, mufste die Legung der Fachwerke des Abschufsbodens oder des Sturzbettes (Fig. 14. Tab. 102.) geschehen, welche an Stützpfähle *K* gelehnt wurden, und worin die Schwellen 7 und 8 Schuh auseinander entfernt liegen. Auf diese Entfernung sind auch die unter den Kreutzen des Fachwerkes

stehenden Grundpfähle eingerammt. Jedes Fach wurde über den Faschinenbau zuerst mit Kiesel und lebendigen Kalch, dann aber mit Bruchsteinen regelmäſsig ausgesetzt, und alle Zwischenräume wurden mit Kiesel gefüllt und verkeilt. Da voraus zu sehen war, daſs die Füllmasse sich senken muſste, so wurde dieselbe 9 Zoll höher, als die Schwellen gelegt. Hinter den Pfeilern kamen groſse Steine zu liegen, und vor der unter Längenschwelle *f* wurde eine kleine Spundwand eingetrieben, um die Ausspühlung des Kieses aus den Fachwerken zu verhindern. Der December ward abgelaufen, und es waren erst zwischen zwey pfeilerne Fachwerke gefüllt, so wie auch die vordere Faschinen-Böschung mit Steinen bedeckt Fig. XIII. Es fehlte, bey der groſsen Quantität an Bruchsteinen, womit die übrigen Fachwerke auszufüllen waren; wiewohl die Bewohner Landshuts, durch die trefflichen Anordnungen des äusserst thätigen und patriotischen Polizey-Directors *Gruber*, der gegenwärtig in Regensburg angestellt ist, viele Steine unentgeldlich beyführten.

Ich entschloſs mich daher, einen sehr niedrigen Wasserstand, vorzüglich aber eine Belegung der Oberfläche der Isar mit Eis (oberhalb dem Alten-Wehr) abzuwarten, aus dessen Fachwerken die Steine zu nehmen, und dieses Wehr *A D E* Tab. 101. selbst so tief als möglich, so weit es aus einem Pfahl und Faschinenbau bestand, heraus zu heben, die Gurtungen von den Pfählen abzulösen, und dann die Pfähle auszuziehen. Alle diese Arbeiten muſsten selbst beym niedrigsten Wasserstande der Isar, äuſserst kostspielig und langweilig werden; denn die ganz besondern Umstände, wodurch ich abgehalten wurde, in dem in der kleinen Isar gelegenen Wehr eine solche Oeffnung zu machen, welche den untern Fluſsbezirk trocken gelegt haben würde, kann ich hier, aus Schonung, nicht erwähnen. Doch ich sah meine Hoffnung Anfangs Januar 1811 erfüllt. Der erste Eisgang zerriſs dieses Wehr *U. V.* auf 40 Schuh. Mein ältester Sohn, der damals in Landshut studirte, und täglich zweymal die Arbeiten des Wehres beobachtete, schrieb mir am 10. Januar, daſs am nämlichen Tage jenes Obere-Wehr *U V* durchbrochen sey, und die Isar unterhalb trocken stehe. Ich traf daher am 13. in Landshut ein, um das alte Hauptwehr *A D E* mit aller Anstrengung fortzuschaffen, und mit dessen Steinkästen die Fachwerke des neuen Wehres zu füllen, so wie den aus Fachwerken bestehenden Vorboden des Floſsablasses und dessen Fachwerke, und bey dieser wasserfreyen Lage die Sohle des Floſsablasses und aller Wehröffnungen zu bedielen; endlich das Alte-Wehr heraus zu schaffen! Ich lieſs auch zugleich, so weit die Fachwerke der Wehröffnungen gehen, den im May $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Schuh zu hoch aufgeführten Faschinenbau, zwischen den Wehröffnungen der Fachwerke, abnehmen, und die Schwellen legen, den Faschinenbau des alten Wehres zwischen *D E* (siehe den Plan Tab. 101.) herausreissen und die Steine aus den Kisten des alten Wehres herausnehmen und nach den Fachwerken des neuen Wehres transportiren. Dreyhundert Arbeiter wurden von mir angestellt. So hoffte ich binnen vier Tagen alle diese Arbeiten zu vollenden, und reiste am 15. Nachmittags nach Neu-Oettingen am Inn,

um dort den Eisgang an der Bogenbrücke zu beobachten, und am 16. wieder in Landshut einzutreffen. Sey es nun Gewinnsucht der Müller, oder die Hoffnung einiger Kurzsichtigen, kurz man arbeitete in diesem Zeitraume, gegen meine bestimmten Aufträge, an dem Zuschluſs des obern durchbrochenen Wehres (*U V* siehe den Plan Tab. 101.) mit der gröſsten Anstrengung, und führte das Wasser wirklich dem alten Hauptwehr dergestalt zu, so daſs als ich den 15. um 4 Uhr Nachmittags in Landshut eintraf, bereits das Wasser durch den Floſsablaſs einen freyen Zug erhielt; der noch dadurch befördert wurde, daſs die Schützen von allen Mühlen zugesetzt waren, folglich dem Wasser ein Seitenabfluſs nach der kleinen Isar nicht gestattet wurde. So unerklärbar sind einige Menschen, um, durch Gegenvorkehrungen, das Gelingen der groſsen und nützlichen Unternehmungen zu verzögern! Jetzt lieſs ich vor dem Floſsablasse und den zwey Wehröffnungen, Abdammungen machen, und das Abbrechen und Abhauen des Alten-Wehres auch in den Nächten fortsetzen; ich gab den Arbeitern alles alte Holz, um sie nur beyzubehalten, und ihren Fleiſs mehr als zu verdoppeln; ich selbst blieb aber bey den Arbeiten! Am 18ten waren diese glücklich vollendet; das alte Wehr bis zum Fluſsbett heraus gebracht; die Floſsfahrt bedielt; längs dem untern Theil ihrer zwey Wände, drey eichene Hölzer befestiget, damit diese Wände von der durch den Ablaſs schieſsenden Flosse nicht beschädiget werden können. Ja! das ganze Sturzbett aller Wehröffnungen war ausgepflastert. Die Bedielung derselben konnte aber des wachsenden Stromes wegen nicht vollzogen werden. Jetzt lieſs ich auch den Durchbruch des obern Wehres *U. V.* der kleinen-Isar mit Faschinenwerk und Senkfaschinen zubauen, um den Mühlen das Wasser zuzuführen.

Ehe die Bedielung der Oeffnungen des Neuen-Wehres und dessen Sturzbettes oder des Rostwerkes (Fig. XIII. Tab. 102.) im Frühling gelegt werden konnte, hatte der gewaltige Strom, aus einigen Feldern, die Steine, selbst die gröſsten, herausgerissen. Diese Rostfelder wurden daher im May regelmäſsig mit Steinen voll gesetzt, und dann über dies Pflaster dreyzöllige Planken auf die Rostschwellen genagelt. Gegenwärtig ist dieses Sturzbett, mit einer Längenschwelle, um 8 Fuſs länger gemacht, als es in Fig. XIII. angegeben ist, und diese liegt am Ende des Sturzbettes auf einer Pfahlreihe von 240 Pfählen, (Pfahl an Pfahl geschlagen.) Diese unterste Reihe der Rostfelder sind mit Steinen und Kiesel ausgefüllt, und mit 3zölligen Dielen gedeckt; so daſs das Fortreissen des Sturzbettes gänzlich unmöglich gemacht ist. Da die rechtseitige untere Flügelmauer (Fig. XIV.) einen ausserordentlichen Angriff auszuhalten hat, so sind längs derselben zwey eichene Schwellen gelegt worden, um jede Unterwaschung der einzelnen Steinlagen zu verhindern.

§. 159. So steht also nun dieses Wehr auch jetzt da, als wenn es erst vollendet wäre, und wie mächtig auch der Strom durch dasselbe, bey den verschiedenen Hochgewässern, wo es sich wie die auf Tab. 101. dargestellte perspectivische Ansicht

zeigt, darstellt, gestürzt ist, so ist doch daran nicht die geringste Beschädigung entstanden, ja! die höchsten Wasserstände der Isar haben den Strom nur 3 ⅓ Fuſs in die Gewölbe hinauf treiben können, so daſs der höchste Stand des aufgestauten Stromes nur 4 Schuh betrug, folglich noch 18 Zoll an demjenigen höchsten Stande fehlten, den ich (S. 624.) voraus setzte, und das Wasser stand 7 Fuſs niedriger, als ehemals; keine Ueberschwemmungen haben statt gefunden, selbst die Keller in Landshut sind wasserfrey geblieben; die Mühlen haben nicht einen Augenblick, während des niedrigsten Standes der Isar, des zum Umtriebe aller Räder erforderlichen Wassers entbehrt, und die zum Umtriebe der Mühlen erforderliche Wasserhöhe wird im Sommer durch vier, und im Winter durch fünf Einlegebalken, in die Wehröffnungen aufgestauet, so, daſs während des Sommers fast immer fünf Cascaden erscheinen; ja während dem harten Winter 18$\frac{1}{1}\frac{2}{3}$ haben alle Maschinen, vor Senkung des Wehres U. V., überflüſsig Wasser gehabt; endlich geht die Floſsfahrt durch den Floſsablaſs sehr bequem und sicher! Diese Facta sind zu verschiedenen Zeiten in dem Landshuter Wochenblatte, von der Local-Polizeybehörde, angezeigt worden, mithin hat dieses Wehr allen Absichten entsprochen, und dasselbe wird hoffentlich eine Reform im Wehrbau hervor bringen, da es alle Zwecke vereinigt. Die Universität und der Magistrat, so wie die Müller, haben diese Wohlthat in Dankadressen erkannt, und der Neid so wie die Intrigue sind endlich verstummt. Mögen beyde, bey ähnlichen Unternehmungen, nirgend kein Gehör finden, dann werden die Ingenieurs ungestörter wirken, und für ihre Anstrengungen, durch ein chikanenloses Geschäftsleben, belohnt seyn; dies ist denn wohl das wenigste, was sie fordern dürfen!

Z w e y t e n s.

Beschreibung des im Jahre 1812 *bey Altenötting in Baiern, von dem Verfasser, angelegten Durchlaſswehres.* Siehe Tab. 103. Fig. 25. 26. 27. und 28.

§. 160. Bey dem seiner *Capelle* wegen so bekannten *Alten-Oettingen* war ein unterhalb den dortigen Mühlen gelegenes *Ueberfall-Wehr*, welches das Wasser des zuweilen sehr reissenden *Möhrenbaches*, nach den oberhalb Neuöttingen liegenden Mühlen in einem eigenen Graben führte — oftmals durchbrochen: weil es die Wassermasse neunzehn Schuh hoch stauen muſste, und über einem Sandboden lag. So lange es gehalten, war es auch die Mitursache zu den Ueberschwemmungen von einem Theil des Städtchens und der obern Gegenden gewesen, und eine zweyte war die: daſs man den Seitenablaſs der gleich oberhalb liegenden Mühle, zugedämmt, das Fluſsbett mit niedrigen und engen Brücken eingeschränkt, und in dasselbe hinein gebauet hatte. Ich beschloſs daher, auch hier ein *Durchlaſswehr*, dessen Ablaſs mit Balken zugesetzt wird, zu erbauen, und die Sohle des Durchlasses sechs Schuh

tiefer, als den übrigen Theil zu legen, dessen Oeffnung aber eine Weite von 10 Fuſs zu geben, so daſs dadurch, bey der hier eintretenden Geschwindigkeit von 15 Schuh, in jeder Secunde 15 . 6 . 10 = 900 Cubik-Schuh abflieſsen können. Für den rechts und links bleibenden Rücken des Ueberfalles, blieben noch 42 Schuh, über welchen das Hochgewässer mit 3 Schuh Höhe, und einer Geschwindigkeit von 6 Schuh, unschädlich für die obern Gegenden, folglich in jeder Secunde 900 + 3 . 42 . 6 = 1656 Cubik-Schuh abflieſsen, welche der Masse des Hochgewässers gleich sind.

Zuerst wurden zwey Faschinendämme *a* und *b* F. 28. gemacht, dann nach der Linie 1 1 Fig. 25. Tab. 103. eine Pfahlreihe (Pfahl an Pfahl, jeder der 55 Pfähle ist 28 Fuſs lang) eingerammt, und hinter diese zweyzöllige Planken angenagelt, jetzt wurden 11 Pfähle nach der Linie 2 2, auf 6 Schuh Abstand, geschlagen, hinter diesen abermals Planken genagelt, und der Zwischenraum mit Bruchsteinen, Kiesel und frisch gelöschtem Kalch gefüllt, und mit Wasser begossen, weil der frisch gelöschte Kalch die kleinsten Zwischenräume zuschlämmt. Dann wurden noch die Pfahlreihen 3. 4. 5. 6. 7. 8 u. 9. F. 28. eingerammt; in den Reihen 4. 5. aber einen Pfahl um den andern, zwey Pfähle neben einander geschlagen; alle aber auf 6 Schuh Abstand, die übrigen Reihen auf 12 Schuh Entfernung. Bis zur fünften Reihe wurden in beyden Seitenwänden des Wehres, Pfahl an Pfahl eingetrieben. Die Zwischenräume, welche die Pfahlreihen 1 u. 3, 3 u. 4, 4 u. 5 F. 27. bildeten, wurden, bis zu den obern Queer- und Längenschwellen, mit Kiesel, Bruchsteinen und Mörtel ausgemauert. Auf diese Weise wurden vier Absätze (siehe F. 28. den Queerschnitt nach der Linie E F) gebildet, um den Fall des Wassers, mithin dessen Angriff zu schwächen, nachdem die Oberfläche mit Planken gedeckt war. Wie die Sohle des Durchlasses in zwey Absätze fällt, zeigt der nach den Linien *C. D.* (F. 27.) genommene Queerschnitt. Die Pfahlreihen 6. 7. 8 und 9. sind durch den untern mit Verzäunungen gedeckten Faschinendamm gerammt, längs welchem auf jeder Seite noch 6 Stützpfähle stehen, vor denen eine Balkenwand *r* genagelt ist; diese Stützpfähle gehen dann weiter bis zum Rücken des Wehres hinauf. Sie bilden die zwey Seitenufer des Abfalls, folglich verhindern sie die Ufereinbrüche. Deswegen sind darin, von dem Rücken des Wehres bis zur Pfahlreihe No. 4. Pfahl an Pfahl eingerammt, und diese Pfahlreihen stehen bey *p p*. Sie machen die Flügelwände aus; vor denselben ist eine Balkenwand aufgesetzt und daran befestiget. In dieser Absicht ist der untere Faschinendamm bis in das linkseitige hohe Ufer *f. f.* verlängert worden. Auch der Mühlgraben *m. m.* ist mittelst zwey Pfahlwänden, die vorne mit Planken benagelt sind, gedeckt, und bey der Wassertheilung *o* F. 25. stehen 10 Pfähle, nämlich Pfahl an Pfahl. Die Sohle dieses Grabens ist, bis jenseits einer künstlichen Aufdämmung, mit Bohlen belegt. Die vordere Böschung des Faschinendammes ist mit groſsen Kiesel und Sand beschüttet worden, nachdem die einzelnen Lagen mit Thon und Sand bedeckt waren. Die Durchlaſsöffnung hat einen Anschlag-

ständer für die Einlagbalken (siehe S. 629.) erhalten, der durch einen zu verschliessenden eisernen Bügel gehalten wird. Damit nun diese Balken nach dem gezogenen, S. 628. beschriebenen, zur Ablassung der Hochgewässer dienenden Manöver, eingelegt werden können, so ist vorne in den Säulen *a*. *b*. eine Nuthe angebracht, worin ein Schütz *c* Fig. 26. herunter gelassen wird.

Auf diese Weise ist über einen flüchtigen Sandgrund dieses Durchlafswehr erbaut, das die Hochgewässer unschädlich abführt, und den Mühlen hinreichendes Wasser zuleitet. In Hinsicht des erstern müssen aber die von mir wegen der Aufräumung eines Seitenablasses bey der gleich oberhalb liegenden Mühle, der Erweiterung des Mühlbaches und zweyer kleinen Brücken, in Vollzug gesetzt werden, denn ohne dieses zu erfüllen, tritt das Hochgewässer bereits oberhalb dieser Mühle über die Ufer.

§. 161. Zum Schlufse bemerke ich noch: dafs ich bey Kaufbeuren auf der Wertach ein *Durchlafswehr* 1812, und gleich unter Nürnberg im Jahr 1810 einen ähnlichen Balken-Durchlafs, in einem der zwey unter einem stumpfen Winkel zusammen gehenden Wänden bildenden Ueberfall-Wehres habe anlegen lassen. Beyde Wehre haben auch den befsten Dienst geleistet. Zur Oeffnung des Durchlasses bey Nürnberg ist eine Minute Zeit erforderlich, und nach 15 Minuten hatte sich der Wasserstand des Flusses um 14 Zoll erniedrigt, 18 Minuten werden zum Zusetzen deeselben gebraucht. Nach meinem Plane sollen alle in Nürnberg liegenden Ueberfall-Wehre mit solchen Balkenwänden versehen werden, um die Ueberschwemmungen, womit ein grofser Theil dieser Stadt so oft heimgesucht wurde, zu entfernen, und wovon eine der letzten das Hundertfache an Schaden verursachte, als alle kleinen Durchlässe in den bereits bestehenden hölzernen Wehren kosten werden. Solche Durchlafs-Oeffnungen sind aber in Nürnberg noch deswegen von gröfserem Vortheil als anderswo, weil vermittelst denselben die verschiedenen mit Ueberfall-Wehre abgedammten Arme der Pegnitz, öfters von dem darin liegenden Unrath aller Art gespühlt oder gereinigt werden können. Sie würden daher auch wesentlich die Luft verbessern, folglich der Gesundheit sehr zuträglich seyn.

§. 162. Sollte man nun nicht glauben: dafs solche *Durchlafswehre* überall Eingang finden werden, wo eine kluge und das Wohl der Bürger liebende Polizeybehörde, oder eine verständige Magistratur dem Gemeinwesen vorsteht? Doch auch diese Einrichtung wird von der einen Seite, eine unsre Zeit charakterisirende Gleichgültigkeit, gegen nützliche Verbesserungen, und andern Theils den Mangel eines gerechten Verfahrens bey der Austheilung derer dazu erforderlichen Mittel, antreffen, folglich wenig in Anwendung kommen, wenn die von mir zu einer Flufspolizey für Baiern entworfenen Vorschläge nicht genehmigt werden; zu deren Annahme ich jedoch gegründete Hoffnung habe!

Drittens.

Ueber die verbesserung der wehre, welche in dem Maynflusse, bey der stadt Frankfurt, liegen; nämlich in Hinsicht *der Mühlen, der schifffahrt, so wie des schnellen Abflusses der Hochgewässer und Eismassen.* (siehe Tab. 103. Fig. 8.)

§. 163. Der *Magistrat von Frankfurt* ersuchte mich, im Jahre 1799, vorschläge über die verbesserung derjenigen wehre zu entwerfen, welche den Mühlen das wasser des Mayns zuleiten, und die ich auf 107 geschriebenen seiten entworfen habe. Wenn ich nicht irre, so ist die Lösung der Aufgabe für den wehrbau und zugleich auch für die Flufsbaukunde wichtig; ich will daher hier einen sehr gedrängten Auszug davon liefern, der bey solchen wehren, das ist bey schöpfwehren, die den strom nicht sperren, von Nutzen seyn wird. Vorzüglich suchte ich 1) den mühlen eine gröfsere wassermasse zuzuführen, und 2) das Fahrwasser des Mayns zu vertiefen, folglich auch die Hochgewässer und Eisgänge unschädlicher abzuführen. Die auf Tab. 103. gezeichnete Flufskarte *), auf welcher die Tiefen vom niedrigsten wasserstand ab angedeutet sind, stellt das Local dar. Nach vier grofsen Mühlen, nämlich nach den *Altbrücker*, und *Neubrücker - Mühlen*, nach den *sachsenhauser* - und *Maynzer - Gässer - Mühlen* wird das wasser des Mayns, durch die aus Pfahlwerken, steinen und Kies bestehenden und 3′ 8″ bis 4′ über den niedrigsten wasserstand liegenden vier schöpf-wehre *F, E, D, B*, dergestalt geleitet, dafs die Räder dieser Mühlen in Bewegung gesetzt werden.

Die längs Frankfurt, bey einem wasserstande von 1 Fufs 3 zoll über den niedrigsten, von mir vorgenommenen hydrometrischen Messungen zeigen: dafs $5766\frac{17}{100}$ cubik - schuh rheinländisch in der sekunde vorbeyflossen, die mittlere Geschwindigkeit 4,85 Fufs betrug und durch die Gerinne der drey zuerst genannten Mühlen, bey zugesetzten Freyarchen (mit Nro. 5, 6, 7. auf der Karte bezeichnet) $456\frac{739}{1000}$ cubik-schuh flossen. Folglich verhielt sich die wassermenge der drey Mühlgerinne *a. b. c.* zur wassermenge des gesammten *Mayns* wie 1 : 11,6. Folgende hydrometrische Resultate, welche die wassermenge in allen Mühlgerinnen und die Geschwindigkeiten darstellen, sind zur Begründung des vorschlags, nach welchem diese wassermenge vermehrt, also auch die Geschwindigkeit des wassers in dem untern den Mühlrädern liegenden Theil der Gerinne vergröfsert werden soll, wichtig.

*) Diese Karte ist nach der Hälfte des Maafsstabes, nach welchem die bey den Acten liegenden aufgenommen wurde, gezeichnet, es fehlen daher darauf auch viele specielle Tiefenmessungen.

Hydrometrische Resultate.

Nahmen der Mühlen, wovon jede zwey Pansterräder hat.	Mittlere Tiefe in rheinländ. Zollen	Mittlere Breite in rheinl. Zollen	Profilgröſse in Quadrat-Zollen	Mittlere Geschwindigkeit in rheinl. Schuhen in der Sekunde	Wassermenge in Cubik-Zollen	Wassermenge in Cubik-Schuhen.
Sachsenhauser-Mühle	$21\frac{6}{10}$	139	2988,5	10,44	374399, 280	216,666
Neubrücker-Mühle	15	148	2220,0	8,72	232300, 80	134,433
Altbrücker-Mühle	$15\frac{3}{4}$	130	2047,5	7,5	184275	106,64
Maynzer-Gässer-Mühle	32	92	6144,0	6,0	442368	256,00

Ein oberhalb dem *Deutschen-Hause*, in dem Queerprofile Nro. 1. (der Karte) vorgenommenes Nivellement zeigt: daſs die Oberfläche des Mayns in dem linkseitigen Fluſsarm 1 $\frac{3}{4}$ Zoll höher, als in dem rechtseitigen liegt; der Strom wird demnach von der linken nach der rechten Seite hingeworfen, daher versandet auch der Mayn oberhalb dem Deutschen Hause, weil es diesem Stromarme an Geschwindigkeit fehlt, welche bey aufgezogenen Wasserrädern nur $\frac{769}{1000}$ Schuh in der Sekunde betrug. Diese nachtheilige Stromspaltung, wodurch dem linkseitigen Fluſsarme zu wenig Wasser zugeführt wird, entsteht aus der fehlerhaften Lage des Langen-Wehres F, indem es nicht in der Richtung des Stromstriches von dem ungetheilten Strome gelegt ist. siehe 1. B. S. 219. Daher kömmt es auch, daſs der Strom sich um die Spitze des Langen-Wehres umbiegt, und den rechtseitigen Fluſsarm verfolgt. Dasselbe muſs daher mit dem auf der Karte mit *F b o* bezeichneten Faschinenwerk stromaufwärts verlängert werden. Diese rückkehrende Bewegung der Stromfäden vor der Spitze des Langen-Wehres, verursacht eine Schwächung der Geschwindigkeit in dem rechtseitigen Fluſsarm der zwoten durch das Wehr E gemachten Stromscheidung, welcher die Altbrücker-Mühle treibt, und hier legt die Wassermasse, in einer Sekunde, nur $\frac{432}{1000}$ Schuh zurück. Das obere Rad dieser Mühle macht daher nur vier Umläufe in einer Minute, das zweyte 4 $\frac{3}{4}$ Umgänge bey einer Geschwindigkeit von 7, 5 Schuh, die das Wasser in dem Gerinne hat. Da des ersten Rades Umfang, nach der Mitte der Schaufel gerechnet, 55 Fuſs 2,54″ beträgt, so ist dessen Geschwindigkeit 3 Fuſs 8,125 Zoll; folglich verhält sich diese letztere zur Geschwindigkeit des Wassers im Gerinne beynahe wie $\frac{1}{2}$: 1. Die zwo Mühlsteine, welche von diesen zwo Wasserrädern in Bewegung gesetzt wurden, machten 130 bis 132 Umläufe in der Minute. Man sieht daher, daſs die Mühle einen schlechten Effekt leistet, weil bey einer Panster-Mühle das Wasserrad achtmal in einer Minute herumgehen sollte, wenn es zwey Mahlgänge, und zehnmal, wenn es einen

Mahlgang treibt. (Siehe meine Beyträge zum praktischen Wasserbau und zur Maschinenlehre 1792. S. 161.) Diese langsame Bewegung des Wasserrades hat auch in dem gehenden Zeuge um den Mühlstein jene Anzahl von Umläufen (132 in der Minute) zu verschaffen, eine fehlerhafte Einrichtung zur Folge gehabt. Der Drehling und das Getriebe mufsten nämlich zu kleine Durchmesser bekommen, wodurch also das statische Moment, folglich der Widerstand der gesammten Maschine, am Wasserrade, vergröfsert worden ist. Die weitere Vorrückung des langen Wehres *F* wird, indem sie die Geschwindigkeit des linkseitigen Armes vermehrt, diese Mühle wesentlich verbessern. Weniger fehlerhaft als die Altbrücker-, ist die Neubrücker-Mühle, das obere Wasserrad machte, wenn ein Mühlgang in Bewegung gesetzt wurde, fünf Umgänge in 63 Sekunden; das untere aber machte bey der Umtreibung von 2 Mahlgängen 5 Umläufe in einer Minute, so dafs 4 Fufs 8,236″ in der Sekunde, vom Umfange des Rades erschienen. Aber fehlerhafter ist noch die *Maynzer-Gässer-Mühle*, in deren Gerinne die Geschwindigkeit sechs Schuh beträgt, wobey nur vier Umgänge des obern Wasserrades in 69 Secunden statt finden; dagegen ist die *Sachsenhäuser-Mühle* weit besser, als die übrigen, und die Geschwindigkeit des obern Wasserrades betrug 6 Fufs 3,931 Zoll in der Sekunde.

Ich komme nun auf die Wirkung der Vorrückung des langen Wehres *F* zurück. Indem dasselbe den Brücker-Mühlen und der Sachsenhäuser-Mühle mehr Wasser zuführt, so wird man dieselben verbessern, und damit der wachsende Strom über dieses Wehr hinfallen möge, um den Flufsarm längs Frankfurt, zur Erhaltung eines tiefen Fahrwassers, eine hinreichende Wassermasse zuzuführen, so würde ich dieses neue Schöpfwerk *F O*, vorne nur zwey Schuh über den niedrigsten Wasserstand legen.

2) Da das Fahrwasser bey Frankfurt gegenwärtig bereits sehr seicht ist, weil der Flufs hier eine zu weite Bahn hat, und die Brücke den Fortgang der Eisschollen schwächt, so würde ich den Kay vor der Heiligen-Geist-Schanze, um die Oeffnung zweyer Brücken-Bogen, hinausrücken, und dadurch für das Verkehr, mittelst des gröfsern Platzes längs dem Ufer, sehr viel gewinnen.

3) Von der Insel 8 sollte man ein aus Faschinenbau bestehendes Separationswerk 9. 10. anlegen, um eines Theils zwischen dem Wehr *A* oder dem sogenannten Kröpfchen u. dem Kay, eine gröfsere Geschwindigkeit, folglich auch eine gröfsere Tiefe hervorzubewegen, mithin den Abflufs der Hochgewässer und des Eisganges zu beschleunigen, und zwischen der Steinschanze, so wie dem Ende dieses neuen Separationswerkes, den durch die Mühlgerinne und Freyarchen fliefsenden Strom von dem Hauptstrome besser zu trennen. Auf diese Weise würde die Geschwindigkeit des linkseitigen in einer begränzten Bahn eingeschlossenen Stromarmes vermehrt, mithin die Tiefe vergröfsert und der Umlauf der Mühlräder beschleunigt werden. 4) Da das Wehr *D* von *H* bis *G* äufserst nachtheilig für die Neubrücker-Mühlen ist, indem es unterhalb deren Räder, den Abflufs des Wassers stört, so würde ich diesen Theil wegbrechen, und 5)

das separationswerk 11. 12. anlegen. Auf diese weise werden die drey Mühlcanäle *J. K. L.*, die gegenwärtig mit sand und Kies angehäuft sind, und deren sohle gleich anfangs 1′ 6″ unter dem niedrigsten wasserstande ausgehoben werden sollte, unter sich und von dem rechtseitigen Hauptflufsarme, worin das wasser 2 $\frac{3}{4}$″ höher als in den Mühlcanälen steht, zweckmäfsig abgeschieden, und erhielten eine gröfsere Geschwindigkeit, also wird die gröfsere wassermenge im Neubrücker Mühl-Canal *K* die geringere des Altbrücker Mühl-Canals *L* nicht zurückstauen, wie gegenwärtig, wo des letztern oberfläche 4 $\frac{1}{2}$″ höher als die des erstern liegt. Alle diese neuen separationswerke sollten an ihrer spitze 1 $\frac{1}{2}$ Fufs, und an ihrer wurzel 4 schuh über den niedrigsten wasserstand gelegt werden. 6) Zur verbesserung der Maynzer-Gässermühle ist der vordere Theil des wehres *A* nach den punctirten Linien mit einem Faschinenbau *O* zu verlängern, und ein anderer an der Inselspitze das separationswerk *M* anzulegen. So wird also die Geschwindigkeit, folglich auch die wassermasse nach der Maynzergässer-Mühle und in dem untern Mühlcanal vergröfsert und befördert werden. 7) Nachtheilig für diese Maynzer-Gässer-Kornmühle, und für die darunter liegende Gewürzmühle ist die Einleitung einer cloake (Antauche) die den Mühlcanal anschlämmt. Diese sollte daher unter einem spitzen winkel mit dem Mühlcanale vereiniget und 35 Fufs weiter abwärts ausgehen. 8) Von der Mitte dieses Mühlcanals könnte der Hafen in dem ehemaligen stadtgraben erweitert werden.

Ich übergehe jetzt die vorschriften, welche ich in Hinsicht der Mühlen selbst entworfen hatte, da dieses eigentlich für den Mühlenbau gehört. Ob die stadt Frankfurt von diesen vorschlägen Gebrauch gemacht hat, oder ob es auch ihr zu nützlichen Anstalten an Geld fehlt, während unnütze Dinge oder sogenannte verschönerungen, die öfters nur Spielereyen sind, mit Aufwand geschehen, ist mir unbekannt geblieben.

§. 164. Diese vorschläge zeigen im Ganzen, welche schwierigkeiten bey den *schöpf-* oder *separations-wehren* eintreten! Indem sie auf immer die oberfläche des stromes erheben, verringern sie die Geschwindigkeit, folglich sind dieselben bey Eisgängen und Hochgewässern verderblich und der daraus entstehenden Erhöhung des Flufsbettes wegen, für die schifffahrt gefährlich; ihre unterhaltung ist, der niedrigen Lage wegen, welche man ihnen geben mufs, um die Hochgewässer nicht zu sehr zu beschränken, sehr kostbar. Will man daher stehende Mühlen von grofsen Flüssen treiben lassen, so entspricht ein *Durchlafs-wehr*, wie das zu Landshut von mir erbauete, allen Absichten: weil man den strom ganz in seiner Gewalt hat. Da, wo noch keine Brücke besteht, und doch eine nothwendig wird, kann man die Pfeiler des wehres als Brückenpfeiler benutzen, und auf diese weise für die schifffahrt, die Landkommunikation und für den umtrieb von Maschinen, zugleich, die bestmöglichste Einrichtung treffen!

FÜNFTES KAPITEL.

Von der Anlage der Schleusen aller Art.

Erklärungen.

§. 165.

Im Allgemeinen verstehe ich unter einer *schleuse* (écluse) ein solches Bauwerk oder eine solche Vorrichtung, mittelst welcher das höhere Wasser von irgend einem niedriger liegenden Land- oder Wasserbezirk, auf eine *unbestimmte* Zeit, — je nach dem Wunsche der Landesbewohner oder den besondern Absichten und Einrichtungen der Wasserbaukundigen zurückgehalten werden kann. Die zwo wesentlichsten Theile einer Schleuse sind a) die das Wasser durchlassende Oeffnung, *Schleusen-Oeffnung*, b) das *Thor* (la porte d'écluse) oder *Schütz*, (vanne) welches das obere Wasser von dem untern Wasser trennt. Ein *Schleusenthor* dreht sich horizontal und ein *Schütz* wird vertical aufgezogen, oder dreht sich um eine horizontal liegende Axe. Werden zwey Thorflügel gegen einander geschlagen oder gestemmt: so heifst dies Thor ein *Stemmthor* (*A* Fig. IV. Tab. 77.) porte busquée.

§. 166. Da die specielle Benennung der Schleusen dem Zwecke, um dessen willen sie angelegt werden, entsprechen mufs: so will ich sie in dieser Hinsicht classificiren. Soll eine Schleuse das Meer oder den hohen Strom von den Entwässerungs-Canälen einer Landschaft, d. i. von den innern Gewässern abhalten, so ist das eine *Schutzschleuse*, écluse de garde. Liegt dieselbe am Meer, so heifst sie eine *Seeschleuse*, écluse de mer (Tab. 75.) Wird eine solche Schleuse mittelst des Druckes vom Binnenwasser, während der Ebbe des Meeres oder des niedrigen Standes des Flusses, geöffnet, führt sie also das Innere-Gewässer ab: so wird sie eine *Entwässerungs-* oder *Auslafs-Schleuse*, écluse de décharge, genannt. Sie hat entweder einen oder zwey Thorflügel, welche sich, je nach dem Stande des äussern und innern Wassers, öffnen oder zuschlagen. Besteht dieselbe aber nur aus einem Aufziehschütz, so nenne ich sie *Entwässerungs-Schütz*, écluse de décharge à vanne; wenn dieses aus einem Canal, Flusse oder Mühlgraben, das Wasser seitwärts ableitet, so nennt man jene eine *Auslafs-* oder *Ablafs-Schleuse*, und dieses einen *Ablafs*; in einigen Ländern auch eine *Freyarche* oder *Freyschütz*; wenn der Ablafs aus einem Mühlgraben oder seitwärts den Mühlrädern angebracht ist; man nennt ihn auch *Ablafs-*

schleuse, écluse d'écoulement. Verschliefst das Schütz die Gerinne der Wasserräder, so heifst es bey den Kornmühlen das *Mühlschütz*, (vanne ou pelle du moulin) und bey andern Maschinen das *Schütz* oder auch wohl *Aufziehschütz*. Besser als die verticalen Mühlschütze sind die *schrägen Mühlschütze*, weil vermittelst denselben der Fall des Radgerinnes dem Wasser-Rade so nahe als möglich gebracht werden kann; dieser Art Schütze sind aber die *Klapschütze*, welche horizontal liegen und sich in Angeln bewegen, vorzuziehen: weil dabey des Wassers Geschwindigkeit und Druck durch den Fall vermehrt wird. Bey dem Canal von *Givors*, ohnweit *Lyon*, hat man die Klapschütze auch bey den Kammerschleusen angewendet, die man mit einer den Aufziehbrücken T 100 F 3 ähnlichen auf beyden Schleusenwänden stehenden Vorrichtung aufzieht, und in die für sie im Schleusenboden gemachten Vertiefung herabläfst. Endlich giebt es *Drehschütze*, die sich um eine ihrer untern Kante näher als ihrer obern, horizontal liegenden Axe drehen, und die einen Wasserfall bilden, wenn sich das Schütz horizontal (Fig. 30 und b Tab. 89.) stellt. Dasselbe ist vorzüglich nützlich in Entwässerungs-Canälen oder fliessenden Gewässern, in welchen man bey grofsen Gartenanlagen, zu einigen Zeiten des Tages, Cascaden sehen will. Diese Art von Drehschütze lassen sich auch bey Spühlschleusen anwenden; jedoch mit der Veränderung, dafs man den unterhalb der Axe liegenden Theil kürzer als den obern, macht; die Axe unter der halben Höhe im Spühlbusen legt, und den obern langen Theil des Schützes an beyden Seiten an Fugen, etwa nach einem Winkel von 40 Grad, anlehnen läfst, und mit einem hinreichenden schweren Gewichte versieht, so dafs, wenn man den an der obern Kante des Schützes befestigten Hacken von der Anstemm-Wand lofs läfst, der gegen den untern Theil des Schützes wirkende Wasserdruck das Oeffnen dieser Abtheilung hervorbringen kann. *Cessart* hat diesen Vorschlag gemacht und in seiner Description des travaux hydrauliques p. 161. auseinandergesetzt. Ist die Entwässerungs-Schleuse sehr klein oder nur mit einem kleinen Schütz verschlossen, und unter oder vor einem Damme oder Deich angebracht, unter welchem das Wasser nach ihr hinfliefst, so nennt man sie in den deutschen Marschländern *Siel*; auch wohl eine *Balkenschleuse*, wenn ihre Seitenwände und Decke aus Balken bestehen Tab. 89. Fig. 73. und 74. Wird ein Siel mit einer Klappe *a* Fig. 40., die an dessen Decke, mittelst zwo Charniere, befestigt ist, geschlossen, so heifst es ein *Klapsiel*, in den Marschgegenden an der Nordsee auch wohl eine *Pumpe*, *Pumpsiel* oder *Sichter*, wenn nämlich die Klappe an eine hölzerne Röhre angebracht ist, so heifst sie Fr. buse d'écoulement. Auf der entgegengesetzten Seite wird in *b* ein Aufziehschütz gemacht, und darüber hin oder auf die Decke c der Damm angelegt.

Führt man mittelst eines Grabens oder Canals einem Flusse, der mehrere Maschinen treibt, noch Wasser zu, und mufs sich dieses durch ein in der Nähe des Flusses angebrachtes *Schütz* oder durch eine *Schleuse* ergiefsen, so nenne ich jenes ein *Zuleitungs-* oder *Einlafs-Schütz*, und diese, eine *Zuleitungs-* oder *Einlafs-*

schleuse, écluse d'entrée. So habe ich auch im 1. Bande S. 664. diejenigen Schleusen genannt, welche während der Fluth das Seewasser in die Canäle von Amsterdam führen. Diejenigen, welche es wieder, während der Ebbe, abführen, nenne ich dort *Auslaſs-Schleusen*, écluses de sortie.

Zu der Bewässerung oder Fruchtbarmachung dürrer Sandfelder und der Wiesen, ist es nothwendig, das Regen- und Bachwasser, insonderheit wenn es mit aus den Gebirgen kommenden fetten Erdtheilen, Laub und dergleichen, geschwängert ist, darauf zu leiten. Zu diesem Endzweck werden in den Haupt-, Zuleitungs- oder Bewässerungs-Gräben Schütze eingesetzt, dieselben heiſsen *Stau*- oder *Bewässerungs-Schütze.*

Hält eine Schleuse das Wasser in den innern Häfen oder Bassins, während davor die Ebbe eintritt, oder schlieſst sie das Wasser eines hochliegenden Landesbezirkes von dem eines niedrig liegenden ab, ohne daſs bey ihrem Bau auf die Durchschleusung der Schiffe Rücksicht genommen worden; dient sie dazu, eine Landschaft unter Wasser zu setzen, um die Vertheidigung des Landes oder der Festungen zu erleichtern: so ist das eine *Stau-Schleuse* oder im letztern Fall eine *Inondations-schleuse*. Hat dieselbe nur ein kleines Aufziehschütz: so heiſst sie *Stauschütz.* Zum Behuf der militärischen Inondationen werden in der Schleusenöffnung Balken in Fugen eingelegt, die alsdann mittelst Hebezeuge ausgehoben, oder aus der Oeffnung gesprengt werden. Besonders gut sind diese Vorrichtungen zu *Gorkum* in Holland, und *Theresienstadt* und *Josephsstadt* in Böhmen angelegt. Man nennt diese Vorrichtung eine *Balken-Schleuse.*

In frühern Zeiten bediente man sich, zur Befahrung seichter Flüsse der *Stauschütze*, wie noch jetzt auf dem *Bacchiglione* im *Venetianischen* geschieht, um längs den Mühlen zu passiren, wiewohl sie zur Schifffahrt nicht mit Nutzen zu gebrauchen sind. Ein aus zwei Flügeln bestehendes kleines Schleusenthor wird auf der *Charente* in *Frankreich* zum nämlichen Behuf gebraucht. Solche Vorrichtung macht eigentlich den Uebergang von den Schützen zu den Schifffahrts-Schleusen aus. Sie können indessen füglich zu den Durchlässen, (Schiffsdurchlässen) welche man zum Behuf der Schifffahrt auf seichten und schnellen Flüssen anlegt, gezählt werden. Ich werde sie daher bey der Schiffbarmachung der Flüsse abhandeln, und bemerke nur, daſs man sie auch aus Einlegebalken, wie ich dies beym *Landshuter Wehr* gezeigt habe, bestehen lassen kann.

Hat die an einem Wasserbezirk oder Bassin liegende Stauschleuse *Drehthore*, das sind Thore, die sich erst öffnen, wenn das Wasser hinter der Schleuse hoch und vor derselben niedrig steht, oder hat dieselbe Aufziehschütze, welche nicht früher geöffnet werden, bis ein solcher Stand des innern und äussern Wassers eingetreten ist, um jenes hochstehende Wasser durch die Hafenstraſse oder einen Canal strömen, und so den Schlamm oder die kleinen Steine wegspühlen zu lassen: so heiſst die Schleuse eine *Spühlschleuse*, écluse de chasse.

Wird in wäldern eine Abdammung angelegt, um das wasser kleiner Bäche in ein mit dem Damm gesperrtes Thal zu sammeln, um das so geschwellte wasser in einem unterhalb dem Thale fliefsenden Bache zu leiten, damit das darin gelegte Holz fortgeschwemmt werde: so wird in dem Damme, d. i., in der *Thalsperre* ein Durchlafs nothwendig.

Solche Thalsperre wird gewöhnlich aus Balken gemacht, und erhält schütze. Diese ganze vorrichtung wird eine *wasserspannung*, *Holzschwemme*, oder auch wohl in einigen Ländern eine *Klause* (ein enger Pafs) genannt. Legt man zu eben diesem Behuf, d. i. zum Holzschwemmen, in einem Flusse, eine Plankenwand an, oder liegt in einer Canalhaltung eine bewegliche Holzwand, um das wasser zurückzuhalten, so heifst dies eine *stauwand*, weil die wand das wasser aufstaut.

Die nützlichste Art Schleusen ist aber diejenige, welche zum Behuf der schifffahrt dient, um den Fall des Erdreichs zu übersteigen, das ist mit den schiffen auf eine Höhe von der Ebene oder von jener nach dieser zu gelangen. Sie werden *Kammer-*, *Fang-*, *Kasten-* oder *canal-*, im Allgemeinen aber *schifffahrts-schleusen*, écluses à sas, (Tab. 77.) genannt. Die europäischen bestehen aus dem *obern* und *untern* Thor, den zwo *seitenwänden* und dem *Boden*, welches alles die Kammer ausmacht, welche die durchzuschleusenden schiffe aufnimmt. In frühern zeiten bediente man sich zu den zwo Thoren der Aufziehschütze, die aber nur bey einem geringen Fall von etwa 4 schuh anzuwenden waren. Gegenwärtig würde man durch deren Anwendung bey Kammerschleusen, nachdem wir die stemmthore leicht zu öffnen und zu verschliefsen verstehen, eine grofse unwissenheit verrathen, und solche schleuse mit schützen würde eine wahre satyre auf den schleusenbau des Landes seyn. Das der obern-canalhaltung entgegenstehende Thor einer Kammerschleuse heifst das *obere-Thor*, la porte de défense; das an der untern-canalhaltung stehende Thor heifst das *untere-Thor*, la porte-basse.

§. 167. Aelter und besser als die schleusen *mit Aufziehschützen*, sind die *Rollbrücken*. Dies sind schiefe Flächen mit in der Queere liegenden Rollen versehen, über welchen das schiff aus einem untern canal in den obern, mit Hülfe von Treträdern oder Flaschenzügen und winden, gezogen wird. In Holland, (wo man eine Rollbrücke *overtoom* heifst) habe ich noch acht solche Rollbrücken angetroffen. Gewöhnlich ist der Rücken der Fläche 4 bis 8 schuh über die oberfläche des untern wassers erhoben. Er besteht aus einer walze oder Rolle, über welche das schiff umkippt. *Macartney*, in seinen Nachrichten über china, beschreibt eine solche vorrichtung, wobey jedoch die zwo schrägen Flächen aus festliegenden Bohlen bestehen und nur der sattel eine walze ist. In neuern zeiten sind wieder, zur vermeidung der Kammerschleusen, grofse *schräge Flächen* oder auch *verticale schächte* in vorschlag gebracht worden, um die schiffe mittelst winden, Flaschenzügen, wasserkubeln und Gewichten aufwärts zu bringen oder herunter zu lassen. Auf einigen

Plätzen hat man diese Vorrichtungen auch in Anwendung gebracht, und in Deutschland, nämlich zu Freyberg in Sachsen, waren sie es schon lange, wiewohl man sie für eine Erfindung der Engländer ausgiebt. Der amerikanische Ingenieur *Foulton* hat folgende Schrift „Recherches sur les moyens de perfectionner les Canaux etc." herausgegeben, worin er von den *schrägen Flächen* handelt und der englische Ingenieur *Reinolds* hat Vorschläge zur Verbesserung der schrägen Flächen, über welche man auf Walzen-Räder gelegte kleine Boote aufwindet, und vermittelst einer Bremse wieder herabläſst, gemacht. Doch ich kehre zu den Kammer-Schleusen zurück.

§. 168. Einige der beſsten Schifffahrts-Schleusen sind auf Tab. 77. 78. und 79. dargestellt. Werden nun zwo oder mehrere solcher Schleusen oder Schleusenkammern aneinander gelegt, wie Tab. 76. Fig. 1. und 2. zeigt, so heiſst das Ganze ein *gekuppelter Schleusenfall* von zwey, drey oder mehrere Kammern, oder auch, wenn nur zwey Kammern an einander stossen, eine *gekuppelte-Schleuse*, écluse accolée. Zuweilen ist es wegen Ersparung des Wassers und der Zeit zweckmäſsig, daſs man in einer und der nämlichen Schleuse zwey Kammern; also eine Mittelwand und vier vier Thore anlegt, nämlich eine Kammer für groſse, und die andere für kleine Schiffe, wie bey der *Schlyker-Schleuse* Fig. 1. Tab. 73., bey der Schleuse zu *Muyden* und bey einer auf dem von *Gouda* nach dem Rhein gehenden Canal (nahe am Rhein) liegende Schleuse geschehen ist. Solche Schleuse will ich eine *Doppelte-Schleuse* nennen, weil sie zum zweyfachen Gebrauche ist, nämlich, wie gesagt, für groſse und kleine Schiffe. Muſs an dem Vereinigungspunkte mehrerer Canäle eine Schleuse placirt werden, so ist dafür die runde Form die angemessenste, um die wirbelnde Bewegung des darin einströmenden Wassers, welche den Schleusenboden und den Schleusenwänden schädlich seyn würde, zu verringern und unschädlich zu machen, so wie auch die Drehung der Schiffe zu erleichtern. Solche Schleuse Fig. 2. Tab. 77. mag daher eher eine *runde*, als eine *Kessel-Schleuse* genannt werden. In China ist eine merkwürdige Einrichtung zum Aufsteigen der Schiffe aus einer niedrigen Canalhaltung in die höhere im Gebrauch, die der Ingenieur *Solage* bey einen kleinen Canal, der mit dem Canal von Charollois in Verbindung steht, nachgeahmt und die *Millin* in seinen Reisen beschrieben hat. S. Tab. 103. Ich will sie die *Schacht-Schleuse* nennen, weil das Schiff in einem Schachte, vermittelst einer an einem aus Eisen bestehenden Gebind befestigten Tonne, gehoben wird. Sie wird in der Folge noch beschrieben werden.

§. 169. Was die *Erfindung der Schütze und Schleusen* anbetrifft, so wird es uns schwerlich gelingen, die Urheber zu entdecken. *Schütze* muſsten indessen in den frühesten Zeiten, als der Ackerbau begann, in Gräben, angelegt werden, um das Wasser auszulassen, und das davor zuweilen höher anlaufende äuſsere Wasser davon zurück zu halten. Zu den Mühlen wurden sie schon vor zwey tausend Jahren gebraucht, und zu der Bewässerung der Wiesen bediente man sich ihrer auch in Europa, zu Plinius Zeiten. Sie ist daher gewiſs so alt, als der Ackerbau und die Viehzucht,

und was ist auch wohl einfacher als das Wasser mittelst einiger beweglichen Bretter, zu stauen, da uns die Natur dieses selbst bey allen Giesbächen lehrt, die durch Steine, Kies, Holz u. dergl. zuweilen seitwärts aus ihrem Bette getrieben werden!

Die Anlage der grofsen Stauschleusen mit Stemmthoren ist diesen Schützen gefolgt: denn es konnten die niedrigen an dem Meere gelegenen, und dem täglichen Austritt der Fluth ausgesetzten Gegenden (Marschländer) weder zu Acker noch zu Wiesen benutzt werden, wenn dieselben nicht mit Deichen umgeben wurden. Aus den eingedeichten Bezirken (Polders) konnte aber das Binnenwasser während der Ebbe nicht ablaufen, wenn man nicht Schütze oder Stauschleusen Fig. 31. Tab. 89., in denen unter den Deichen durchgeführten Entwässerungs-Gräben anlegte, weil ja sonst in die Polder die Fluth einen freyen Eingang gehabt, und das Land überschwemmt haben würde. Späterhin d. i. zu der Zeit, als die Marschbewohner die innere Schifffahrt einführten, hatten sie Schifffahrts- oder Kammerschleusen nothwendig, um während der Fluth aus der See in die innern ihre Wohnsitze umgebenden Gewässer zu gelangen, oder während der Ebbe aus ihren, wegen der innern Schifffahrt höher als die See stehenden Landgewässern, in die See zu fahren. Fälle, die besonders in den Niederlanden so häufig sind. Alle neuern Schriftsteller, die über Schleusen und Canäle schrieben, haben den *Italienern* nachgesprochen, und denselben die Erfindung der Kammerschleusen zuerkannt, wiewohl in diesem Lande, welches an Meeren liegt, worin der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe nur unbedeutend ist, die Veranlassung dazu keinesweges, vor Anlegung der Canäle, ein nothwendiges Bedürfnifs war. Die italienischen Schriftsteller halten nämlich dafür: dafs ohnweit *Padua* im Jahr 1481 die erste Schleuse der Art erbauet worden sey. (Frisi dei-Canali navigabili p. 248.) Bey meiner im Jahr 1803 in Hinsicht der Wasserbauanlagen aller Art, der innern Canäle, der Häfen, Brücken und Landstrassen, gemachten Untersuchung der ehemaligen Oestreichisch-venetianischen Provinzen habe ich den Ort gesucht, wo jene Schleuse stand. Er befindet sich nämlich an dem Canal *Piovego*, welcher den *Bachiglione* bey *Padua* verläfst, und sich mit der *Brenta* bey *Stra* vereinigt. (Siehe Tab. J. des ersten Bandes.) Hier, nahe bey dem Zusammenflusse dieser Gewässer, lag die erwähnte Schleuse, deren von Ziegeln gemauerten Seitenwände noch jetzt die Ufer des Canals Piovego, oberhalb der Brücke von Stra, formiren. Sie ist bey der mit dem Brentaflusse vorgenommenen Veränderung abgebrochen, und statt ihrer ist weiter abwärts bey dem Dorfe *Dolo* eine andere, aber runde, mit vierzehn Schuh breiten Thoren versehene Kammerschleuse erbaut worden, mittelst welcher die Schiffe aus dem Flusse Brenta in den Canal Brenta morte hinab steigen. Diese runde Schleuse ist indessen unter den venetianischen Schleusen die befste, welches aber in der That nicht viel sagen will. Dafs die Kammerschleusen *nicht* in Italien erfunden, und darin nicht früher als in andern Ländern angelegt sind, diefs unterliegt, wenn man unpartheyisch ist, keinem Zweifel. Ihre Bauart war nämlich weit früher in *Holland* als in *Italien*

bekannt, denn schon am 9. April 1253 ertheilte der Graf Wilhelm II. die Erlaubnifs, bey *Spaarndamm* eine vier und zwanzig Schuh weite Kammerschleuse (Kolksluis oder Sluis met en Spoye) zu erbauen. Ein hundert sechzig Jahre später wurde dieselbe neun Fufs gegen die Sparne verlängert. Ja! es waren bereits im Jahr 1220 in Amsterdam Schleusen vorhanden (Verhandeling over de Verbetering der Ontlasting van Rhynlands-Boezemwater), und höchst wahrscheinlich waren es *Kammer-Schleusen*: denn wie hätte man sonst aus der Amstel und den Canälen der Stadt in das Y fahren können? Ohne Kammerschleusen bey Spaarndamm war auch die Fahrt von Amsterdam über das Y nach Haarlem durch Spaarndam, welche doch im XIII. Jahrhundert bestand, nicht möglich, denn der Unterschied des äufsern Wassers (d. i. vom Y) und des innern Wassers (des Haarlemmer-Meeres) machte eine Kammerschleuse, bey Spaarndamm, nothwendig. Die zweyte Fahrt von Amsterdam nach dem Haarlemmer-Meer mufste über die bey dem Dorfe *Sloten* gelegenen Rollbrücke gehen, und in dem bey Overtoom in dieses Meer einfallenden Canal fortlaufen. Wenn ich nicht irre, so ist aber hier statt der Rollbrücke vor ein Paar Jahren eine Kammerschleuse angelegt worden, wodurch die Communication zwischen Amsterdam und Leyden gewonnen hat. Es ist daher evident: dafs die *Holländer* und nicht die *Italiener* die ersten Erfinder der Kammerschleusen sind. Wir sehen auch, dafs die Behauptung einiger Schriftsteller, nach welchen *Stevin*, ein Holländer, ihr Erfinder seyn soll, ganz ungegründet ist. Er hat nur 1633 über die damals bereits bekannten Spühlschleusen einen kleinen Tractat geschrieben, den ich besitze. *)

§. 170. Bevor wir nun die einzelnen Theile einer Schifffahrts-Schleuse kennen lernen, wollen wir die Art und Weise zeigen, wie ein Schiff durch eine solche Schleuse passirt, d. i. *durchgeschleufst* wird. Soll ein Schiff aus der *untern Canalhaltung* *M* Fig. III. Tab. 77. in die *obere Canalhaltung* oder aus dem untern Wasser in ein höher stehendes geschleufst werden, **) so wird dasselbe nachdem das untere Schleusenthor *A* geöffnet ist, in die Schleusenkammer *III* gezogen, worin das Wasser mit dem in der untern Haltung befindlichen Wasser, wagerecht steht. Jetzt wird das untere Thor geschlossen, und es wird das Wasser aus der obern Haltung auf mehr als eine Weise bis in die Schleusenkammer eingelassen, damit dieselbe so hoch gefüllt werde, als das Wasser in der obern Haltung steht. ***) Nachdem nun

*) Es ist in Nr. 8. der Koniglyke Courant 1808 über diese Sache ein Brief von mir abgedruckt worden.

**) Den zwischen zweyen Kammerschleusen liegenden Theil eines Canals nenne ich *Canalhaltung* (retenue), oder auch zuweilen in der Folge, der Kürze wegen, *Haltung*. Einige Schriftsteller nennen denselben Canalstrecke, andere das Canalstück.

***) Bey einigen Schleusen werden zuweilen die Kammern nicht aus der obern Canalhaltung, sondern aus daran liegenden Seiten-Bassins gefüllt, welcher Fall bey der Schleuse von *Busingen* angewandt ist. Der in russischen Diensten stehende Ingenieur-General v. *Betancourt* hat auch eine Schleuse mit einem Seitenbassin entworfen, die in dem Recueil des divers memoires par le Sage 1810 beschrieben ist. Der-

dieses Wasser das in der Schleusenkammer stehende Schiff gehoben hat, und der Druck des Wassers gegen das *obere Thor B* aufhört, indem das Wasser in der Schleuse mit dem davor stehenden wagerecht ist, so öffnet man dieses Thor, und zieht das Schiff in die obere Canalhaltung. Solches Manöver wird eine *Durchschleusung* oder auch ein *Schleusengang* (éclusée) genannt. Ist daher zu eben der Zeit, in welcher ein Schiff aus der untern Haltung in die obere geschleust wurde, ein anderes Schiff oberhalb vor der Schleuse eingetroffen, um in die untere Canalhaltung zu gelangen, so bedarf es keines neuen Wasseraufwandes zum Schleusengange, sondern das Schiff wird sogleich in die gefüllte Schleuse eingeschoben, das obere Schleusenthor wird geschlossen, und das Wasser aus der Kammer so tief abgelassen, daſs es dem in der untern Canalhaltung gleich steht. Das gleichfalls sich gesenkte Schiff tritt nun aus der Schleuse, nachdem das untere Thor *A* geöffnet ist, heraus, und setzt seinen Lauf in der untern Canalhaltung fort. Kömmt aber, nachdem ein Schiff in die obere Haltung eingetreten ist, ein zweytes am untern Schleusenthor an, oder sollen zwey Schiffe entweder von oben herab oder von unten hinauf geschleuſst werden, so muſs das in der Kammer, bey der Durchschleusung des ersten Schiffes eingetretene Wasser, bis zur Oberfläche der untern Haltung ablaufen, damit das zweyte Schiff in die Schleuse eintrete. Welche Regeln aus diesen Fällen, in Hinsicht des zur Füllung der Schleusen erforderlichen Wassers entstehen, dies werden wir beym Canalbau sehen.

§. 171. Bey einer jeden Kammerschleuse besteht die Schleusen-Oeffnung a) aus den zwey *Seitenwänden G* Fig. XVIII. Tab. 77. (Schleusenwänden, Seitenmauern) (bajoyers), b) aus dem *Schleusenboden D H*, c) den *Flügelmauern a b c*, ferner aus dem *obern-* und *untern-Thor*. Dies alles wird entweder vom Zimmerwerk, von Steinen oder von diesen und jenem zugleich aufgeführt. Im ersten Fall heiſst die Schleuse überhaupt eine hölzerne Schleuse, in den zwey letzten eine *massive Schleuse*.

Jede Kammerschleuse wird in drey Hauptheile getheilt. Der obere Theil oder das Vorderhaupt Fig. XVIII. Tab. 77. geht bis zur Fallmauer *M* Fig. III.; besteht diese Abstuffung von Holz, so nenne ich sie *Fallwand*. Das *Unterhaupt* begreift den

selbe hat diese Einrichtung sehr sinnreich gemacht: mittelst eines Kastens, den man in den seitwärts der Schleusenkammer angebrachten Schacht hinab taucht, wird das Wasser aus demselben in die Kammer gedruckt, um die Durchschleusung zu vollziehen. Ist sie vollzogen, so läſst man den Kasten, den der Erfinder *Plongeur* nennt, aufwärts steigen, und das Wasser tritt aus der Schleusenkammer in den Schacht. Ueber eine ähnliche Idee wurde bereits 1800 dem Engländer *Hadleston* ein Patent ertheilt. Solche Art von Schleusen sind wegen den Schachten und der Vorrichtung zum Heben immer sehr kostbar. Der Ingenieur wird sie selten anzuwenden Gelegenheit finden, weil beym Canalbau nicht der Zweck ist, das Wasser zur Durchschleusung der Schiffe, das ist, zur Füllung der Schleusenkammern auf eine solche Art zu sparen, daſs am Ende die Verdünstung des in den Canalhaltungen stehenden Wassers nicht ersetzt wird, denn diese muſs, durch das in die Schleusen aus den obern Haltungen in die untern einzulassende Wasser ersetzt werden. Uebrigens dürfte das Tauch- und Hebungsmanöver, welches vom Hrn. v. Betancour vorgeschlagen ist, durch Anbringung von Schrauben, vereinfacht werden können.

Theil, worin das Unterthor steht, und den zwischen zwey Schleusenthoren befindlichen Raum, nennt man die *Kammer* oder *Schleusenkammer*. Zuweilen wird oberhalb vor der Schleuse noch eine Kunstbefestigung der Canalsohle gemacht. Dieselbe heifst dann der *Vorboden*, fr. Avant-radier. Auch unterhalb der Schleuse wird sie angelegt, und dieser untere Vorboden heifst das *Sturzbett* oder der *Abschufsboden*. Oefters formirt der obere Vorboden auch ein wirkliches Sturzbett, welches bey den Seeschleusen (Tab. 73 und 78.) der Fall ist, indem das Wasser darüber hinstürzt. Wird die Schleusenöffnung nicht mit einem Schütz, sondern mit einem aus einem oder zweyen Thorflügeln bestehenden Thor verschlossen, so mufs eine über den Schleusenboden drey bis sechs Zoll erhobene Schwelle *e c d* Fig. 6. Tab. 75. *Auschlagsschwelle* (heurtoir) angebracht werden, welche mit dem *Schlagbalken c d* und dem Haupte *c* (poincon du busc) den *Drempel* (busc) ausmacht. Derselbe kann auch aus Steinen *E* Tab. 77. Fig. XVIII. oder aus Holz zusammen gesetzt seyn. Man versteht also unter dem *Schleusendrempel* den erhöheten Theil des Schleusenbodens, an dessen vordern Absätzen (Anschlagwänden fr. heurtoirs) die zwey Flügel des Stemmthores anschlagen. Die Erhöhung, woran ein Flügel anschlägt, heifst *Schlagschwelle* fr. heurtoir. Wenn die Schleusen geöffnet sind, so müssen die Schleusenthore nicht blofs an die Seitenwände angelehnt seyn, weil sie die Oeffnung schmälern würden, sondern sie müssen in die Wände sich hinein legen. Diese zu dem Behuf gemachte Einziehung *B* heifst die *Thorkammer*, weil sie das Thor einnimmt.

Will man mit einer fertigen Schleuse eine Hauptausbesserung vornehmen, so mufs dieselbe trocken gelegt werden. Dazu dienen die Falze *x x* Fig. 11. Tab. 78., worin man Balken legt, und die man *Dammfalze* nennt. Wenn ein Schleusen-Thorflügel sich durch den Druck des höher stehenden Wassers öffnen mufs, oder besser, wenn des Flügels *Wendesäule* oder Drehpunct nicht an einem Ende der Anschlagschwelle, sondern etwa in dessen Mitte oder noch auf einige Schuh davon entfernt ist, so heifst dasselbe ein *Drehthor* (la porte tournante) Fig. 66. Tab. 89. Da es Schleusen gibt, welche drey und vier Stemmthore haben (Tab. 73. u. Fig. 1. Tab. 75.), so wird dasjenige Paar Flügel oder das Thor *i*, welches gegen das gewöhnlich zum höchsten stehende Wasser gekehrt ist, das *Fluththor* genannt. Im Gegensatz heifst das dem Binnen- oder niedrigen Wasser zugekehrte Thor *l* das *Ebbethor*, (la porte d'ebbe.) Es gibt auch Schleusen, die gegen das Binnenwasser sowohl als gegen das äussere Wasser Fluththore haben. Wenn nämlich das erstere bis zu einer bestimmten Höhe — in Hinsicht der innern Schifffahrt — gehalten werden mufs. Ein Fall, der bey der am Seehafen *Nieuwendiep* liegenden Schleuse Tab. 78. Fig. IV. statt hat. Hat eine Seeschleuse Tab. 72. von der wogenden Fluth viel auszuhalten, so erhält dieselbe zwey Fluththore *k* und *i*, wo alsdann das vordere oder höhere *i* das *Sturmthor* heifst, weil es die Sturmfluthen abhalten soll. Da man sich zur Schliessung der Schiffsdocken, die an solchen Meeren liegen, worin kein merklicher Unterschied von

Fluth und Ebbe statt hat, derer in Nuthen gehenden Pontons 5. 6. Tab. 60. bedient, so heifst ein solches vertical aufsteigendes Thor ein *Pontonthor*. Der holländische Schleusenbaumeister Redelykheid hat eine Thoreinrichtung erfunden, bey welcher die Thore in die auf die Lage der Schleusenkammer senkrecht stehende Maueröffnungen hinein geschoben werden. Diese seitwärts beweglichen Thore heissen *Coulissenthore*, weil sie wie die Coulissen eines Theaters bewegbar sind. Bis jetzt sind aber erst in Rufsland solche Thore angelegt worden.

§. 172. Was die Ein- und Auslassung des Wassers in und aus den Kammer-Schleusen anbetrift, so wird dieselbe auf mancherley Art bewerkstelligt. 1) Es wird in jedem Thorflügel ein kleines Schütz (vanne) *t* Fig. VI. Tab. 77. gemacht, welches entweder mittelst einer hölzernen Schraube *a*, einer gezahnten Stange *x* Fig. IV. *e f* Fig. 10 und 11. Tab. 89., und mittelst der Schraube ohne Ende Fig. 36. 37 u. 41., oder eines Hebels, Druckbügels (*c* Fig. 1. Tab. 79.) Tab. 89. Fig. 60 und 69. *a b c* auch wohl mittelst einer kleinen Winde *a* Fig. 51. Tab. 89., und Kette *b*, die über eine Rolle *c* läuft, endlich mit einem Flaschenzuge geöffnet wird. 2) In den Seitenwänden kommen *Umläufe* Fig. II. Tab. 78. (Aquaeducs) 1. 2., oder auch verticale *Schächte* Tab. 81. Fig. 6. *a b f*. 3) Diese Schächte und Aquaeducte werden auch ausserhalb der Seitenmauer gelegt, wie an den Schleusen auf dem Canal des Herzogs von *Bridgewater* Tab. 81. Fig. 2. geschehen ist; man öffnet dieselben entweder mit den beschriebenen Vorrichtungen, oder wenn sie von grofser Gattung sind, mittelst starker Schrauben *a a* Fig. 23. 24 und 25. Tab. 89., die durch Drehbäume *b* herum gedreht werden. Die Schraubenmutter befindet sich in dem Drehblock *c d*, und die Schraube ist bey *e* an das Schütz *f* befestigt. Gegen den Regen und Schnee ist die Schraube mit dem Dache *h* verbunden. Bey *i i* steht diese Vorrichtung auf der Schleuse mittelst den eisernen Träger *i g*. Zur Schliefsung und Oeffnung der verticalen Umlaufsschächte hat sich der General-Inspector Gauthey bey den Schleusen am Canal von *Charollois* eines Kreisstückes (als Stöpsel) bedient, welches an eine Stange befestigt ist, die sich oben mit einem Hebel endigt. Wird dieser herunter gedruckt, so geht das Kreisstück in die Höhe. 4) Die kleinen Schützöffnungen kann man auch mittelst einer horizontalen Welle, die ein Getriebe hat, welches in eine an das Schütz befestigte gezahnte Stange greift, folglich dieselbe hinauf und hinab schieben, d. i., das Schütz öffnen oder verschliessen, wie dies bey verschiedenen Mühlschützen (diese Vorrichtung ist bereits S. 472. beschrieben, und in Fig. 10. 11. 35 und 39. Tab. 89. dargestellt) wirklich geschieht. Die Welle selbst aber kann mittelst einer seitwärts angebrachten Gabelscheibe und eines Hornhaspels herum bewegt werden. Eine Vorrichtung, die auch bey der Verschliefsung verticaler Schächte anwendbar ist.

Wenn die Canalhaltung (retenue) während den Regengüssen oder dem Aufthauen des Schnees eine so grofse Wassermenge aufnehmen mufs, dafs der Canal sie nicht

fassen kann, so ist auf alle erdenkliche Art für den schnellen Abfluſs des hohen Wassers zu sorgen. Dazu ist die Oeffnung der Schleusenthore nicht allemal thunlich und hinreichend, und die Seitenablässe, von denen in der nächstfolgenden Abtheilung gehandelt werden soll, können oftmals zu der Abführung des überflüssigen Wassers, bey mittlerer Wasserhöhe, nicht gebraucht werden. Es sind daher *Umläufe* um die Schleusenkammer, die man zum beſsten in der Oberfläche, wie *a b* Fig. 5. Tab. 81. zeigt, anlegt, nothwendig. Dieselben werden vorne mit einem Schütz verschlossen. Hochliegende *Schleusenumläufe* können bey wasserreichen Canälen zur Treibung der Maschinen benutzt werden. Auf dem Canal von *St. Jean de Lone* habe ich diese Einrichtung mit Getreidmühlen, wobey die türkischen Löffelräder in Anwendung gebracht sind, gesehen. Bey dem *Oestreichisehen-Canal*, so wie bey den *Englischen-Canälen* haben mehrere Schleusen solche Umlässe, die zuerst in England angelegt wurden. Endlich bemerke ich, daſs an dem Mittäglichen-Canal, zur Ablassung der in einer Canalhaltung befindlichen überflüssigen, und für die Canaldämme nachtheiligen Wassermasse, *Heberartige-Ablässe* (Fig. 4 und 5. Tab. 80.), angelegt sind.

§. 173. Da die Dichtigkeit der Schleusenkammer, das ist, die gute Schlieſsung der zwey Flügel eines Stemmthores, oder überhaupt eines jeden Schleusenthors, von dessen unverrückbaren Stand, dessen leichten Bewegung aber von der Einrichtung des Ruhe- oder Drehpunctes abhängt, so hat man folgende Einrichtung getroffen. Der *Thorständer*, *Zapfenständer*, *Drehständer* (poteau tourillon), d. i., die *Wendesäule* wird unten rund um ihren hölzernen Zapfen mit einem von Eisen oder Metall verfertigten Beschlag *g d f* Fig. 12. Tab. 78., welcher der *Zapfen* Fr. pivot ou crapaudine-mâle heiſst, umgeben. Derselbe hat eine convexe Basis *x*. Er bewegt sich in die *Pfanne* (crapaudine femelle) *d c b e*, die zwischen *c b* convex ist, um die Reibung des Zapfens auf ihr zu vermindern. Sie hat an den Seiten Oehre *i k* Fig. 12ª. Tab. 89. oder Ausschnitte, worin Stäbe angebracht sind, die man in die Schleusenmauer einläſst. Der metallene Theil des Zapfens wird an die Wendesäule auf die in Fig. 4ª, 17. Tab. 89. dargestellten Methoden oder so befestigt, daſs 2 bis 4 daran gegossene Federn oder Lappen an die Wendesäule angeschraubt werden, und zwar mit Schrauben, welche durch die Wendesäule hindurch gehen. Auch kann man einen aus zwey Hälften bestehenden Ring machen, die zusammen geschraubt werden, um den an den metallenen Zapfen angegossenen Federn, worin die Wendesäule eingeht, mit der Wendesäule zusammen zu halten. Damit sie feste steht, wird die von Aussen kegel- oder kesselförmig gegossene Pfanne in die Schwelle des Drempels eingelassen. Oben bey *b* Fig. 8. Tab. 78. wird die Wendesäule *a b* mit einem metallenen oder eisernen Bande *a c* Fig. 13. umschlossen, welcher das *Hals-* oder *Thorband* heiſst. Dasselbe erhält zwey Wirbelknöpfe (charnieres) *a. c.* und einen Bügel *a c*, damit es abgenommen werden kann, wenn es nöthig ist, d. h., wenn man das Thor ausbessern oder ein neues einhängen muſs. In die Schleusenmauer werden aber die daran befestigten Zugstangen oder

Festhalter (tirans) *c d e* und *a g f* Fig. 13. *Thoranker*, mehrere Schuh tief befestigt, und die entweder mit Queerhacken *e* oder mit Knollen endigen. Bey großen Schleusen hat man drey eiserne Zugstreben Fig. 75. Tab. 89. angebracht, und in denselben die Fortsetze *d* des Halsbandes *a c b*, welches alles aus Metall gegossen ist, eingeschlossen. Zuweilen sind diese Thoranker in die Wendesäule *a b* Fig. XIV. und X. Tab. 77. (in *e*) eingelassen, welches bey den Schleusen auf den Canälen von Languedoc und Bourgogne geschehen ist. Wenn sie aber die Wendesäule umschliessen, so ist zuweilen der eine Anker *c d e* Fig. XIII. Tab. 78. etwas länger als der andere *a g f*, und sie formiren alsdann einen Wirbelband, den man in *a* und *c* abnimmt, indem die daselbst steckenden Stifte heraus gezogen werden.

Der *Flügel* Fig. 9. Tab. 77. eines Stemm- oder Anschlagthores besteht außer der Wendesäule *q* aus dem *Anschlagständer* (le poteau délardé) *p*, dem *Schwellriegel*, d. i., dem *untern Riegel l*, dem *obern Riegel* oder *obern Rahmstück k*, und den *Mittelriegeln m, n*, ferner aus einer oder einigen *Streben n*, und den *Füllungsplanken*, die in die verschiedenen Riegeln und Streben eingelassen und calfatert werden. Zuweilen bleiben die Streben ganz weg, wie an der neuesten Schleuse zu Havre (genannt écluse de la Barre Fig. 9. Tab. 89.) geschehen ist. Die Hauptriegel und Rahmstücke werden mit den zwey Ständern durch eiserne Bänder *k, l* Fig. 9. Tab. 77., verbunden. Wenn dieselben mit Schrauben befestiget werden, wie es bey den Flügeln dieser Schleuse geschehen ist, so ist das das sicherste. Die Stange *a i* heißt die *Zugstrebe*, weil sie das Uebersacken des Schleusenthors verhindern soll, welche jedoch nur bey großen Thoren, die, um solches zu verhindern, *Thor- oder Frictionsrollen p* haben, angebracht wird.

Geöffnet werden die Schleusenthore: 1) daſs ein Baum (Drehbaum) *y* (la fleche) Fig. IV. Tab. 77. — der das obere Rahmstück des Flügels ausmacht, und in die Wendesäule sowohl als in dem Anschlagständer befestigt ist — von einem auf der Schleusenmauer befindlichen Mann, nachdem das vor und hinter dem Thor stehende Wasser wagerecht ist, vor sich hergedruckt wird. 2) Die Aufziehung eines Thorflügels geschieht auch mit einer Zugstange und einem daran befestigten um eine Winde *c* (Fig. 14. Tab. 78.) sich wickelndes Seil *b* Fig. I.; man sehe dies auch in Fig. 1. Tab. 89. 3) Sie wird ferner mittelst einer horizontalen, von dem Lande bis zu dem Flügel reichende, und an dessen Anschlagständer befestigte gezahnte Stange *a b* Fig. 38. Tab. 89. bewerkstelligt. Dieselbe wird nämlich von einem an einer vertical stehenden Getriebe *c*, welches mit dem Hebel *m* herum gedreht wird, hin und hergeschoben, um entweder den Thorflügel *e f* auf- oder zu zumachen. Diese gezahnte Stange läuft aber längs der Walze *g* (die ober und unter der gezahnten Stange *a b* eine Rolle hat, damit die Stange weder aufwärts noch unterwärts abgleite), um nicht gegen die Einschnitte *h*, *i* und *k l* in der Schleusenmauer anzustreichen. Uebrigens kann die ganze Rinne, worin die gezahnte Stange *a b* geht, mit Steinen

gedeckt werden. Die erste vorrichtung habe ich an den schleusen des canals von *Bourgogne* Tab. 77., an der grofsen schleuse zu *Gouda* und an mehreren canälen; die zweyte an den schleusen von *Havre*, an mehreren schleusen in *Amsterdam*, *Muyden*, *Dünkirchen*, *Vlissingen*, *Helvoet* gesehen, und nach der letztern sind die Thore der spühlschleusen zu *Middelburg* und *Gouda*, so wie die schleuse zu *Bussingen* eingerichtet.

§. 174. Die *Fall-* oder *Aufziehschütze*, womit man die sämmtlichen Oeffnungen einer schleuse verschliefst, werden aber nicht allein nach der im 172. §. beschriebenen Methode; sondern auch mit einer oder zwey schrauben *a*, *b* Fig. 7. Tab. 89. aufgezogen. Die schraubenmuttern (Fig. 8.) befinden sich in *c c*. Sie werden umgedreht, folglich steigt das schütz in die Höhe, oder senkt sich. Ist nämlich das schütz *d e* bis zwölf Schuh breit, und steht das Druckwasser nur sechs schuh hoch davor, so darf man mit einer an dessen Mitte angebrachten hölzernen Schraube das Aufziehen verrichten. An breitern schützen sind aber zwey Schrauben nothwendig. Die gewöhnlichen Mühlschütze lassen sich nicht allein auf diese weise, sondern auch mittelst eines Hebels der in die runden Oeffnungen des Schützstiels gesteckt, oder womit eine horizontal liegende welle herum gedreht wird, öffnen. Diese welle erhält ein Getriebe, und an dem stiel von der schütze mufs eine verzahnung, worin das Getriebe eingreift, angebracht werden. Auf der Seite liegt sodann ein sperrhacken, den man an einen gezahnten Stiel anschiebt, wenn das schütz unbeweglich stehen soll. Die Schütze können auch ganz einfach, mittelst eines Hebels, gehoben werden, wie Fig. 16. Tab. 89. zeigt, und diesen Hebel gebraucht man auch zur Hebung der Klapschütze.

Dergleichen grofse und schwere Fallschütze, werden, mittelst Flaschenzügen und Seilen, aufgewunden, wie dies bey den zwey merkwürdigsten schützen der Art geschieht, nämlich mit dem schütz an *Traunfall in Oestreich* ob der Enns Tab. 103., und mit der am *Leydenschen Damm* ohnweit *Haag* liegenden stauschleuse. Die welle des Drehhaspels steht vertical, von ihr laufen die zugseile über eine Rolle, und sind an einem Flaschenzuge befestigt. Die Aufziehung der grofsen schütze kann auch geschehen, wenn man an das Schütz zwey hölzerne 8 zoll breite Balken (ärme), die mit zähnen versehen werden, anschraubt, und zwischen Nuthen oder Falze, welche oberhalb in ein Holzgebind befestigt sind, gehen läfst. Oberhalb dem schütze liegt eine horizontale, mit zwey Getrieben versehene welle, die in die zähne der zwey Arme eingreifen, und diese welle wird, vermittelst zwey darauf gestellten sprofsenrädern umgedreht; folglich kann das schütz auf- und nieder gelassen werden. Ueber diese Maschinerie wird eine verdachung angebracht.

Zuweilen wird das Aufziehn mit einer horizontalliegenden welle, worauf sich das Zugseil aufwickelt, mit Hülfe grofser Tretträder bewerkstelligt. Diese vorrichtung findet bey dem Flusse *Yvette* zu *Cherbourg* (Fig. 29. und 76. Tab. 89.) statt.

So wie die schrauben *c* mittelst den Tretträdern *d*, den Getrieben *e* und Kammrädern *f*, herumbewegt werden, steigt die an das schütz *A A* befestigte schraubenmutter herauf. Eine ähnliche Einrichtung zeigt auch die doppelte wagenwinde Fig. 10. 11. und 23; die schraube ohne Ende Fig. 41. und Fig. 36. u. 37. können zur Aufwindung schwerer schütze mit vortheil gebraucht werden und ich verweise auf das seite 471 u. s. w. vorgetragene. Endlich kann man sich zum Aufziehn grofser schütze des von Belidor II. P. §. 552. bekannt gemachten, bey der im Fort *Nieulet* zu *Calais* liegenden schleuse in Ausübung gebrachten Hülfsmittels bedienen. Es wird nämlich an das schütz ein leerer gut verpichter hölzerner Kasten befestigt, der aus einigen Abtheilungen bestehen mufs, damit wenn er an einer stelle leck würde, doch nicht ganz voll wasser läuft. Derselbe mufs nun natürlich, so tief als thunlich, unter dem wasser an das Schütz befestiget und so grofs seyn, dafs der hydrostatische Druck, den das wasser gegen ihn ausübt, die schwere vom Fallschütz noch übertrifft, folglich beym Aufziehn nur noch ein Theil der Reibung oder Klemmung, welche zwischen den zwo Nuthen, worin das Schütz aufgezogen wird, entsteht, überwunden werden mufs.

§. 175. Was das Oeffnen und Schliefsen eines Drehthors anbetrifft: so kann dabey nach folgenden Methoden verfahren werden. 1) Wenn ein Drehthor *y z* Fig. XI. Tab. 78. gleichsam einen Theil der Füllung eines grofsen schleusenflügels *a m l b* oder fast die ganze Füllung bildet: so wird ein *Praamarm* oder *zuhalter*, oder *Knecht g*, der an einer verticalstehenden welle *i k* befestigt ist, an das schleusenthor, nach Aussen, angedrückt und um denselben ein eiserner Ring *g* gelegt, welcher auf einen Hacken fällt. Soll das Drehthor sich öffnen, so wird der Ring von dem zuhalter abgenommen und das wasser drückt dieses Thor auf, indem die eine Hälfte *y* gröfser als die andere *z* ist, wo es sich dann in der Queere der schleusenöffnung stellt. Das vor der schleuse von dem Thor *a l m b* aufgestaute wasser strömt nun mit Gewalt durch die zwey Oeffnungen, welche an jeder seite des verticalen Drehspindels oder des ständers *z* sind, und reifst den im schleusencanal befindlichen schlamm und sand fort. Nimmt das Drehthor *z* (Tab. 89. Fig. 64.) die ganze Breite des schleusenthorflügels ein, dann mufs das obere wasser um so viel höher als das untere stehn, damit des erstern Druck, auf das Thor, über dieses letztern Druck, solche Ueberwucht hat, damit das Thor aufgehn kann. Man sieht daher sogleich, dafs die vorrichtung, nach welcher sich das Drehthor um eine nicht weit von dessen Mitte angebrachten wendesäule, dieser in Fig. 64, dargestellten Einrichtung vorzuziehn sey. Diese letztere Methode ist eine der ältesten, welche man sich zum Oeffnen der Drehthore bedient hat. Sie ist nämlich im XVI. Jahrhundert zuerst an der spühlschleuse zu Brielle, in Süd-Holland, angewandt, und besteht noch jetzt so fast an allen spühlschleusen in Holland und seeland. Die in Brielle liegende schleuse hat eine weite von 25 schuh, und ihr Boden liegt 12 schuh unter die ordinaire

Fluth. Schade dafs ihr Spühlbusen oder das Bassin, welches das Stauwasser fast, zu klein ist, und daher die Wirkung des durch dieselbe stürzenden Stromes auf das Bett des äussern langen Canals unzureichend ist, um es rein von Schlamm zu halten.

Drehthore können auch dergestalt eingerichtet werden, dafs sie sich mittelst des Wasserdrucks, ohne Menschenhülfe, öffnen und verschliefsen. Es wird dieses bewerkstelligt. 1) Stauet man z. B. in irgend einen Canal Fig. 30. *a* und 30 *b* Tab. 89., entweder zum Behuf der Bewegung von Maschinen, der inneren Schifffahrt oder der Bewässerungs-Anstalten, das Wasser zu einer gewissen Höhe *b c* auf: so kann dies mit einem solchen Drehthor *a f*, welches sich an eine horizontal liegende Welle *d e* befindet, geschehen. Derjenige Theil *b c* des Drehthors, welcher oberhalb der sich um zwo Zapfen *d e* drehenden Welle steht, ist gröfser als der untere Theil *f*: damit wenn das Wasser im Canal dergestalt angelaufen ist, dafs es das Thorfeld *d e c b* bedeckt, das Thor sich horizontal in *g h* Fig. 30. legt. In diesem Moment fliefst also das Wasser durch die Schleuse aus dem obern Theile des Canals *A* in den untern *B*. Ist das Wasser des erstern nun dergestalt gefallen, dafs der durchziehende Strom stärker gegen die untere Abtheilung *g i* des Thors als gegen die obere *i h* druckt, so stellt sich das Thor wieder in *a f* Fig. 30. *a* vertical. Auf diese Weise geht das Manöver wechselseitig fort, ohne dafs es die Hülfe der Menschen oder Maschinen bedarf. Diese Einrichtung kann auch bey Mühlgräben von Nutzen seyn. Ich habe solche bey *Ludwigslust* in *Mecklenburg*, aber sonst nirgends, eine ähnliche Einrichtung angetroffen. 2) Mittelst dem Steigen und Fallen des Wassers ein Schleusenthor zu öffnen oder zu schliefsen, kann bey ein vertical stehendes Drehthor angewendet werden; und zwar auf mehrererley Weise. *a)* Es sey der Canal *A B* Fig. 31. im Grundrifs, mit einem solchen Drehthor *a b* zu versehen, so bewegt sich dasselbe um seinen Drehpunkt *c*: es schlägt daher an die Schwellen *d e* und *f g*. Steht nun das Wasser bey *B* höher als bey *A*, so wird das Thor an die Schwelle *d e* gedrückt. Wenn aber das Wasser bey *A* höher als bey *B* steht, das heifst von *A* nach *B* strömt, so wird das Thor die Lage *a f b* erhalten und die Schleuse offen seyn. *b)* Diese Einrichtung giebt man den Auswässerungs-Schleusen, da, wo die Fluth eintritt, damit dieselben das Wasser, während der Ebbe, abführen und zur Zeit der Fluth wenig einlassen, indem sich das Thor in den ersten Momenten der Fluthperiode schliefst. 3) Wird an einer Auswässerungs-Schleuse Fig. 33. ein Thor *a b* dergestalt gelegt, dafs wenn es in *b c* offen steht, die von *d* nach *e* strömende Fluth gegen dasselbe andruckt: so geht es zu und legt sich nach der Richtung *a b*. Läuft das Binnenwasser *f* aber höher als das äussere *d* an, so öffnet sich das Thor und stellt sich in die Lage *b c*. Es versteht sich, dafs die Seitenwand *b h* weniger hervortreten mufs, als *a g*, damit der frühe Andrang der Fluth an das Thor *c b* statt finde. 4) Eine andere Einrichtung das Drehthor mittelst dem Steigen und Fallen des Wassers

zu öffnen oder zu zuschliefsen, besteht darin: dafs die Sperr- oder Klinkscheide *g* Fig. 32, welche bey *i* in einen Hacken, an ein leeres Gefäfs *h* befestigt ist. Steigt nun der Strom, so wird dasselbe gehoben und die Scheide erhält die Richtung *g a*, verläfst daher den Hacken *i*. Indem nun das Wasser gegen die gröfsere Abtheilung *e c f b* des Drehthors stärker als gegen die kleinere *c b k l* drückt, so dreht sich das Thor *e f i l* um seinen Drehständer *c b*, verläfst mithin den Anschlagständer *l i* und stellt sich in die Queere der Oeffnung. Auf diese Weise kann man zwey und mehrere solche Thore nebeneinander stellen, wie dies in der angezogenen Figur gezeigt ist. Der untere Theil von beyden Abtheilungen des Drehthors besteht aus Aufziehschütze, um den Sand und Schlamm, der sich davor gesetzt haben mag, wegzuspühlen, welche daher eher als das Wasser zu dem leeren Gefäfs aufgestiegen ist, geöffnet werden. Da diese Oeffnungen in dem Thore sind, so läfst sich dasselbe wieder zudrehen. 5) Einfacher als diese Vorrichtung ist die vom Ingenieur *Clement* bey der *Berger-Schleuse* vor *Dünkirchen* gebrauchte: welche darin besteht, dafs der Drehständer in der Mitte des Thors angebracht, in dieses einer Hälfte ein Aufziehschütz gemacht ist. Oeffnet man dieses nun, so drückt das Wasser gegen die eine Abtheilung des Thors stärker als gegen die andere und so wird das Thor aufgedrückt. Belidor erwähnt im 2. Bande §. 471. dieser Vorrichtung, die mit der in Fig. 77. und 78. Tab. 89. dargestellten gleich ist. 6) Noch eine Methode, die Drehthore zu öffnen und zu verschliefsen, ist bey den Spühlschleusen zu *Treport* und *Fécamp* angebracht, die auch bey der Spühlschleuse zu *Cuxhaven* nachgeahmt ist. Die Oeffnung solcher Spühlschleuse Fig. XX. und XXI. Tab. 79. besteht aus zwey Thore, deren Drehständer *b* jedes Thor in zwey ungleiche Füllungen abtheilt. Diese zwo Thore schlagen an einen starken Drehpfosten *a*. Steht hinter der Schleuse das im Spühlbassin gesammelte Wasser so hoch und die Ebbe so niedrig, dafs mit einem durch die Schleusenöffnung frey stürzenden Strom die Hafenstrafse oder der Canal, mit Vortheil, gespühlt werden kann: so wird oben in dem Drehpfosten *a* ein Drehbaum gesteckt, mit welchen man den Pfosten herumdreht, d. i. dergestalt gegen die Thore prefst, dafs seine schmale Seite sich vorne kehrt, anstatt sie sonst seitwärts stand. Derselbe ist nun genau so dick, dafs die Thorflügel, welche um diese Dicke auseinander stehen, längs demselben hingleiten, folglich sich öffnen und sich in die Queere der Oeffnung stellen. Ist dann die Spühlung vorüber und hat sich das Wasser ins Gleichgewicht gestellt, so werden die Thore wieder zurück gelegt, indem man alsdann den Drehpfosten mit dessen breiten Seite davor stemmt. Solche Schleuse kann man auch mit Nutzen bey militärischen Inondationen gebrauchen und *Vauban* hat eine gleiche Vorrichtung zu diesem Zweck bey Dieppe vorgeschlagen.

Ausser diesen Vorrichtungen giebt es noch mehrere zu Spühlschleusen oder Drehthore, welche ich späterhin beschreiben werde.

§. 176. Merkwürdiger und sinnreicher als Canalschleusen sind solche Schifffahrtsschleusen, die zugleich die hohen Sturmfluthen oder hohen Gewässer der Flüsse und Meere von den innern Canälen und Bassins abhalten; so wie den Abfluſs des Binnenwassers, während der Ebbe, verhindern. Eine der besten Schleusen der Art ist die am Hafen Nieuwendiep angelegte und die das Bassin des Kielplatzes von dem Hafen selbst trennt (siehe Tab. 78.)

Grundsätze und Maximen, welche bey Anlegung der Schleusen zu befolgen sind.

§. 177. Das erste, worauf man bey einer Schleuse zu sehen hat, ist ihre Lage oder die Wahl der Schleusengrube. Dabey treten nun folgende Rücksichten ein: a) Es muſs dazu, wenn nur immer möglich, ein fester Grund gesucht werden. b) Die Schleuse ist, so viel als thunlich, dem Angriff der Seewogen, das ist den herrschenden Seestürmen, ferner der Direction des Fluthstromes oder des Fluſsstromes zu entziehen. c) Ist es eine Entwässerungs-Schleuse, so wird sie dergestalt situirt, daſs der Zufluſs des Wassers durch die nach ihr führenden Entwässerungs-Gräben den möglichst schnellsten Abfluſs erhalten. Der Schleusenboden muſs daher eher noch unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande und der Sohle des Hauptentwässerungs-Canals als darüber gelegt und der Schleuse muſs die zur Entwässerungsperiode und abzuführenden Wassermenge erforderliche Weite und Tiefe gegeben werden, s. 238 u. s. w. d) Soll dieselbe zugleich Schiffe durchlassen, so muſs man sich nach dem niedrigsten Wasserstande mit der gröſsten Sorgfalt erkundigen und demungeachtet den Boden zwey Schuh niedriger legen. Es wird daher an Meeren, wo der Unterschied der Ebbe und Fluth nicht so groſs ist, daſs die Schiffe dabey die Schleusen passiren, der Schleusenboden *unter* der Ebbe, so viel als nöthig ist, gelegt. So liegt z. B. die Schleuse bey *Schiedam* (Tab. 79.) 7 Fuſs darunter und alle Schleusen, die die Schiffe nach der Südersee, Maas und Schelde durchlassen; kurz alle Schifffahrts-Schleusen, die in den Niederlanden zur Passage für groſse Schiffe dienen, muſsten unter der Ebbe des Meeres fundirt werden, weil der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe nicht so groſs ist, um für Seeschiffe ein hinreichend tiefes Fahrwasser abzugeben. e) Damit der Schleusenboden vom Schlamm und Sande rein gehalten werde, so gebe man ihn, wenn es thunlich ist, einen Abhang, der sich zur Länge, wie 1 zu 100 verhält. f) Die Weite einer Schifffahrts-Schleuse muſs nicht nur den Entwässerungs-Absichten, sondern auch der Breite von den Schiffen entsprechen und die Stemmthore noch in den Thorkammern aufnehmen. An den Seiten des Bords der Schiffe muſs aber wenigstens ½ bis 1 Schuh Spielraum bleiben. Besser ist es, den Schleusen eher zu viel, als zu wenig Breite zu geben, weil die neuen Schiffe, wenn sie gebraucht werden, gewöhnlich sich *ausbauchen*. So habe ich mit dem ersten Schiffe den österreichischen Canal befahren, woran von einigen Schleusen mehrere Decksteine und selbst ein Theil der

Seitenmauern abgenommen werden mussten, um nur mit 7½ Schuh breiten Barken die neuen Schleusen passiren zu können; zumal ihre Seitenwände schon in den ersten zwo Jahren aus dem verticalen Stande übergewichen waren. g) Auch müssen in den Seitenwänden hinlängliche Räume (Thorkammern), nicht nur für die Thore, sondern auch für die darin angebrachten kleinen Aufziehschütze seyn. Ich würde diese in die Augen springende Vorsicht nicht erwähnen, wenn sie nicht bey manchen Schleusen ausser Acht gelassen worden wäre. So sollte z. B. die Schleuse zu Mardyk, zum Durchlassen großer Kriegsschiffe, 44 Schuh Oeffnung haben und hatte dieses Umstandes wegen, dass nämlich die kleinen Schütze in den Thorkammern nicht Platz fanden, nur eine Weite von 42′, 8″ Belidor 2 Th. §. 132. h) *Die Länge der Schleusen* richtet sich 1) bey blossen durch Dämme gehenden Entwässerungs-Schleusen, nach der Breite des Dammes *); dem Raume, den die Thorflügel, wenn sie offen sind, längs der Schleusenmauer einnehmen und nach der Länge der Flügel, welche man den Schleusenwänden, der Sicherheit oder Festigkeit wegen, geben muss. Zu dieser Länge kommt bey solchen Schleusen, die einen schnellen Strom oder hohes Wasser abführen, noch öfters ein Vorboden von Faschinen und Steinen mit Planken bedeckt, hinzu. i) Bey den Schifffahrts-Schleusen hängt die Länge von der Länge der Schiffe, und von der Methode, nach welcher die Schleuse mit Wasser gefüllt wird, ab. Geschieht die Füllung durch Thorschütze: so fällt das Wasser über die Fallmauer und das Schiff muss auf eine solche Entfernung von dieser Mauer gestellt werden, dass es nicht von dem darüber stürzenden Wasser gefüllt werde; es muss daher das Schiff von dieser Mauer um ihre Höhe entfernt bleiben, und die Schleuse um so viel länger gemacht werden, als wenn die Füllung durch Umläufe Tab. 81. Fig. 1. und 2. oder verticale Schächte Fig. 6. und 7. geschähe. Folglich ist der Wasserbedarf bey allen Schleusen, in denen das Wasser auf die erstere Methode eintritt, grösser als bey denen, die nach den zwo letztern Arten gefüllt werden. Da, wo es also schlechterdings auf Wassersparung ankömmt, muss man sich der verticalen Schächte oder der geneigten Umläufe bedienen. Auch bey diesen Umläufen muss die Schleusenlänge von der Spitze des untern Schlagdrempels bis zur Fallmauer gerechnet, die Länge des Schiffes — etwa 1 bis 2 Schuh — übertreffen, denn dasselbe wird von dem Aufquellen des einlaufenden Wassers immer noch gegen das untere Thor gedrückt, welches es daher erschüttert. k) Die Entfernung des obern bis zum untern Vorboden bestimmt der Ingenieur auch darnach, 1) ob ausserhalb den Thoren eine Dreh- oder Aufzieh-Brücke

*) Die Thore werden hinter dem Damme und nur selten das Fluththor in der Krone des Dammes gemacht: es sey denn, dass der Damm von der Schleuse gänzlich durchschnitten und die Schleuse nicht überwölbt wird, wie bey der Hoornschleuse (Tab. 75.) So haben z. B. die mehresten Holländischen Entwässerungs-Schleusen ihre Thore in der Inneren Böschung des Dammes, aber nicht unter der Krone; jedoch macht die im Jahre 1673 angelegte 15 Schuh breite Orange-Schleuse an der Maas, (S. Tab. 40.) eine Ausnahme.

angebracht werden muſs, 2) daſs, ehe die Flügel angehen, noch 9 bis 12 Zoll breite Nuthen oder Dammfalze in die Seitenmauern gemacht werden, worin man die Dammbalken horizontal einlegt. Diese sollten niemahls fehlen, weil sie bey Ausbesserungen der Schleuse und zum Abhalten der Eisgänge und Wogen, von den Stemmthoren, welche letztere diesen ihre Flügel gewaltig gegeneinander schlagen, dienen. Man kann daher die Balkenwände zu allen Zeiten einlegen, wenn die Schleuse auf mehrere Wochen verschlossen bleibt und die Thore ausgebessert werden. Insonderheit aber sind solche Abdammungen zu Winterszeit nützlich. Soll dann die Schleuse gebraucht werden, so hebt man die Balken mittelst an Stiele befestigte Ringe und Hebeböcke aus den Nuthen oder schiebt einen vertical davor stehenden Ständer weg und so werden sie vom Wasser selbst ausgedruckt. Eine solche Einrichtung habe ich auch bey denen auf dem Marchflusse anzulegenden zehn Schifffahrts-Schleusen in Vorschlag gebracht Fig. 1. u. 2. Tab. 96. Also müssen die Balkenwände auf 3 Schuh Abstand von den Thorkammern in den Seitenwänden liegen und dann mögen diese wenigstens noch eben so viel gerade auslaufen, bevor die Schmiege der Seitenmauer oder der Flügel angeht. Zur Länge kommen noch die Mauerflügel selbst hinzu. Dieselbe müssen so weit vorspringen, als die halbe Breite der Schleuse im Lichten beträgt, denn sind dieselben zu kurz: so ist die Festigkeit der Schleuse gefährdet. Es versteht sich dies jedoch nur von Schifffahrts-Schleusen, welche ihres Falls wegen eher einer Beschädigung bey offenen Schleusenthoren ausgesetzt sind, als solche Schleusen, die keine Fallmauer haben. Bey andern als Schifffahrts-Schleusen können sie kürzer gemacht, aber immer sollten sie nicht eckig seyn, sondern convex abgerundet werden. Diese Form dient zur Stärke und Erhaltung; sie ist bequem beym Ein- und Ausgehn der Schiffe zugleich. Werden die Flügel aber concav abgerundet, wie an den Schleusen am Canal von Languedoc (Tab. 77., wo dies an der Schleuse vor Gardouche mit den punctirten Linien *m n* und *k l* angedeutet ist), so wird das aus der Schleuse flieſsende Wasser seitwärts strömen, mithin Wirbel und Drehungen verursachen und die Seitenwände oder die Flügel der Schleuse unterwaschen; welcher Fall wirklich bey den Schleusen dieses Canals statt findet. Indem man sich also weniger oder mehr diesen Regeln nähert, wird die Länge der Schleusen geringer oder gröſser ausfallen.

§. 178. Die *Form der Schleusenkammern* anbetreffend, so ist die viereckige der ovalen, nicht blos wegen der Ausführung des Mauerwerks und der Fundirung, sondern auch der Kosten wegen, die aus solchen Arbeiten entstehen, vorzuziehen. Daher ist bis jetzt wahrscheinlich auch nur den Schleusen auf dem Canal von Languedoc — welche der Schleuse von Gardouche Tab. 77. auf eben diesen Canal ähnlich sind — ausser daſs die übrigen runde und concave Flügel haben — eine ovale Form gegeben worden. Ein anderes ist es, wenn man absolut auf Wassersparniſs zu den Schleusengängen sehn muſs; alsdann könnte die Kammer der Form von den

schiffen entsprechen, wie dies bey den schiffsdocken in Anwendung gekommen ist. Da aber dieser Fall in Praxis gar nicht eintreten dürfte, denn man gebraucht zum Ersatz der verseigung und der Ausdünstung in den untern canalhaltungen immer so viel wasser, als eine frequente schifffahrt nur geben kann. Die schleusen auf den übrigen canälen Frankreichs und in Holland haben eine viereckige Form. An den schleusen auf dem *Brüsseler-canal* und an der *slyker-schleuse* sind aber die seitenwände vieleckig und nur von wenig Englischen schleusen haben dieselben eine geringe Ausbauchung nach der Mitte zu, wahrscheinlich um durch dieselbe die geringe solidität des Mauerwerkes zu ersetzen.

§. 179. Die schifffahrts-schleusen sollten übrigens nur immer auf ein schiff eingerichtet werden, weil das Manöver der Durchschleusung zweyer schiffe viele Unbequemlichkeit in der Ausführung hat und es sich nicht immer trifft, dafs entweder oben oder unten bey der schleuse zwey schiffe zu gleicher zeit anlangen. Die auf zwo schiffe eingerichteten Kammern verursachen daher einen unnöthigen Geld- und wasser-Aufwand. Dieses letztern wegen und da der *Mittägliche-canal*, bey dürrer Jahreszeit, zu wenig wasser hat, ist es ein wesentlicher Fehler, dafs die schleusen desselben in der Mitte 34 schuh weit sind, wiewohl die Oeffnung nur 18 bis 19 schuh (Lalande Histoire p. 32.) beträgt. Ich bemerke zugleich: dafs die schleusen auf dem canal von *Bourgogne* und *st. Quentin* 16; auf dem canal von *Briare* 14; auf dem von *charollois* 16; auf dem vom H. v. *Bridgewater* 16, auf dem Oesterreichischen canal 7½ bis 8 Fufs; auf dem Francisci-canal in Ungarn 24 schuh; auf mehreren canälen in England 8 bis 12 Fufs, auf den canälen in Holland gröfstentheils 30 schuh in der Breite haben, (die schleuse vom Nieuwendiep hat 23 Fufs weite) und dafs die von mir zur schiffbarmachung der March vorgeschlagenen schleusen eine Breite von 16 schuh erhalten sollten.

Zur Bestimmung der Form von den schleusenkammern kann auch die vorschrift gezählt werden, dafs die seitenwände nach aussen vertical und nicht schräge aufgeführt werden müssen, und dafs man daher die schleusen auf dem Mittäglichen-canal, die $\frac{1}{12}$ Mauer schräge haben, nicht nachahmen sollte: denn erstlich beschädigt in unserm Clima der schlagregen die schrägen Mauern, und 2tens bleibt darauf das Eis und wasser länger, als auf verticalen Mauern hangen, folglich dringt der Frost eher in die ziegel und den Mörtel, sprengt sonach beyde. Endlich verursachen die schrägen wände einen unnützen wasseraufwand; wenn freylich des wassers zur Füllung der schleusen im Ueberflufse vorhanden, der natürliche Boden wasserdicht ist, und die Durchschleusung nicht in kurzer zeit geschehen soll, so mag den schleusenmauern eine Böschung gegeben werden. In diesen Fällen kann man sogar die schleusenkammer sehr grofs, ja — nur aus Erdböschungen und einen natürlichen, oder aus einem Faschinenwerk gemachten Boden bestehen lassen. Schleusen mit Erdwänden haben in Languedoc auf dem *Leitgraben der Ebene* bestanden; ja es bestehen noch

jetzt dergleichen auf dem Canal ohnweit *Strafsburg*, die von *Vauban* angelegt sind; so gibt es, auf dem Canal von Loing, 17 Schleusen, deren Wände aus Erde bestehen, und die nur mit Steinen gepflastert sind. Auf dem *Finow-Canal* haben einige Schleusenkammern Wände aus Faschinen, die aber natürlich wenig Jahre dauern, weil das Buschholz stets der Luft, dem Regen und der Sonne ausgesetzt ist. Diese Constructionen machen es gleichwohl nothwendig, daſs wie bey den massiven oder hölzernen Schleusen, das Ober- und Unterhaupt dergestalt angelegt werde, damit kein äuſseres Wasser in die Schleusenkammer eindringe, denn sonst würde ja der Ruin des Werkes bald erfolgen; folglich müssen alle Schleusen, die nicht auf einem festen Boden erbauet werden können, einen Pfahlrost und Spundwände erhalten.

§. 180. Die *Höhe der Seitenmauern* (Bajoyers) oder Schleusenwände, richtet sich eines Theils nach der Höhe des Wassers in oder vor der Schleuse, und andern Theils nach der Höhe des Terrains, worin sie erbauet wird. Ueberwölbt man die Schleusen, wenn sie unter einen Damm durchgehen, so mögen die Seitenwände einen Schuh höher als die auszulassende Wassermasse steigt, wenn man die Schleuse öffnet, gemacht werden; oder sie müssen wenigstens so hoch seyn, daſs zur Zeit, wenn ihr Boden vom Wasser befreyet ist, ein kleiner Arbeiter durchgehen kann, um die Ausbesserungen vorzunehmen. Die *Wände* der Canalschleusen müssen wenigstens zwey Schuh über den höchsten Wasserstand des Canals, und die der offenen Seeschleusen 2 bis 3 Schuh über die hohen Sturmfluthen reichen; wenigstens mit demjenigen Theil, worin das Sturmthor liegt, wie Tab. 75 u. 78. Fig. 4. zeigt.

Wenn eine Canalschleuse oder ein Schleusenfall von mehreren Schleusen einen Berg durchschneidet, oder am Abhang des Berges angelegt werden muſs, so kann viel an Mauerwerk erspart werden, wenn auf beyden Seiten der Schleuse eine dreyſsig Schuh breite Fläche aus dem Berge abgehoben wird, und von dieser an, Erdböschungen so weit hinauf gehn, daſs die Erde nicht nachfällt, weswegen der Leser auf den Deichbau verwiesen wird.

§. 181. *Ueber die Dicke der Schleusenwände* herrscht bis jetzt noch eine groſse Ungewiſsheit, und man ist mit derselben eben so wenig als mit der Bestimmung der Stärke aller übrigen Futtermauern, welche dem Druck der Erde widerstehen sollen, theoretisch im Reinen. Schwerlich läſst sich hierüber eine in der Praxis anwendbare Regel a priori ausmitteln, wenn die Erfahrung und die bey natürlichen Erdwänden jedermann vor Augen liegenden Thatsachen nicht in Betracht gezogen werden, die darin bestehen: daſs das natürliche Erdreich häufig vertical steht, ohne herab zu stürzen, folglich dessen Abrollen unter einem gewissen Winkel nicht absolut angenommen werden kann. Bey den Schleusen finden wegen Bestimmung der Mauerdicke zwey Fälle statt: Es sollen a) die Seitenwände eine Last tragen, wie dies der Fall bey Schleusen, die unter Dämmen und Straſsen weggehen, ist, b) oder sie tragen nur

ihr eignes Gewicht, und sind gegen die Erde gelehnt, wie dies bey allen oben offenen Schleusen der Fall ist.

Ehe ich diese Materie weiter untersuche, will ich die Dimensionen der Schleusenmauern an mehreren aufgeführten Schleusen, und namentlich an den vorzüglichsten, anführen, und da es zugleich auf die Art der Materialien und ihrer Güte ankömmt, so bemerke ich, daſs alle die von Ziegel aufgeführten Mauern dieser Schleusen durchaus untadelhafte Steine haben und vortrefflich gearbeitet sind, so, daſs dagegen von einem Sachkenner nichts einzuwenden ist. Ich werde in dieser Darstellung die verschiedenen Abstufungen der Seitenmauern übergehen, weil dieselben eben so verschieden, als die Dicke der Mauern ist. Derjenige, welcher davon unterrichtet seyn will, darf nur die Kupfer dieses Werkes näher untersuchen. Da die Bestimmung der Dicke von den Schleusenmauern mit der Anlage der Strebepfeiler in der genauesten Beziehung steht, so will ich zugleich über diese ihre Anlage bey wirklich aufgeführten Schleusen, eine Uebersicht in folgender Tabelle liefern.

Ueber-

Uebersicht von der construction und den Dimensionen einiger der merkwürdigsten Schleusen in Europa.

Nro. der Kupfertafeln dieses Werkes.	Benennung der Schleusen.	Die Seitenwände bestehen: aus Ziegelmauern.	aus Werkstücken und Ziegeln.	aus Werkstücken und Bruchstücken.	Die Seitenwände sind: hoch (in Schuhen)	an der Grundfläche dick (in Schuhen)	an der Oberfläche dick (in Schuhen)	Länge des gesammten Werkes.	Weite der Schleusen im Lichten.	Länge der Strebepfeiler.	Abstand der Strebepfeiler.	Breite an der Wurzel.	Mittlere Dicke von allen Seitenmauern.	Länge der Grundpfähle. (Schuh.)	Dicke der Grundpfähle. (Zoll.)	Abstand der Grundpfähle. *) (Sch.)
94	Berger-Schleuse bey Dünkirchen	—	—	.	21	13	9	85	26	8	8	11 **)	10	10—12	10	3—6
95	Bassin-Schleuse in Dünkirchen	—	—	.	16	30	20	185	42	19	14	17	24	10—15	10	3—6
94	Aſsfelder-Schleuse in Calais . .	—	—	.	21	10	7	68	13	11	8	8	8	11	10	$2\frac{1}{2}$
94	Bassin-Schleuse in Cherbourg .	—	—	.	25	18	10	162	40	10	35	13	14	.	.	.
94	Schleuse zu Gravelins v. 1669 .	—	—	.	20	13	13	107	16	7	12	8	13	8	10—12	2
94	Eine andere Schleuse daselbst .	—	—	.	17	18	6	92	2 Oeffn. $12\frac{1}{2}$	6	10	8	15	8—12	12	$2\frac{1}{2}$-5
94	Ehemalige Mardyker	—	—	.	$26\frac{1}{2}$	20	10	279	{46 / 28	12	18	15	18	9	10	2—4
95	Muyder-Schleuse in Holland .	.	.	—	23	7	5	291	24 die gröſste	$8\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	8	6	18	8—12	2—7
78	Schleuse am Nieuwendiep . . .	.	—	—	{24 / 17	11 / 8	8 / $5\frac{3}{4}$	140	23	6	24	10	10	30—50	10—12	2—8
73 74	Slykensche Schleuse	.	—	—	27	28	20	800	35 die gröſste	8	10	8	$25\frac{1}{2}$	18	10—12	1—4
69 70 71	Schleuse de la Communication zu Havre	—	—	.	23	14	11	150	36	ohne	.	.	13	.	.	.
72	Hoorn-Schleuse	.	—	—	15—21	7	6	96	22	3	20	$6\frac{1}{2}$	7	26	10	$\frac{2}{3}$—2
79	Schleuse bey Halfwege	.	—	—	23	15	7	158	15	3	10	10	15	21	10	$\frac{2}{3}$—2
79	Schleuse am Penningsveer . .	.	—	—	10	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	.	.	.	.	.	$3\frac{1}{2}$	27	9—10	$2\frac{1}{2}$
77	Schleuse am Languedocker-Canal	—	—	.	15	7	6	.	18	ohne	.	.	$6\frac{1}{2}$	.	.	.
79	Schleuse am Canale Charollois .	—	—	.	18	8	4	.	16	ohne	.	.	6	.	.	.
77	— — — — — Bourgogne	—	.	—	17	8	4	162	16	4	20	4	6	.	.	.
79	— — in Gouda	.	—	—	20	7	$5\frac{1}{2}$	136	15	9	20	9	8	30	9—10	3
96	— — — Picardie	—	—	.	16	6	4	.	15	.	.	.	5	.	.	.
—	— — — St. Quentin	—	—	.	24	11	4	180	16		ohne		9		ohne	

Bey den Schleusen in Holland wird Rheinländisch, bey denen in Frankreich Französisch Maas verstanden.

*) Bey dem Abstand der Pfähle ist der kleinere unter den Schleusenmauern, der gröſsere unter dem Boden der Kammer zu verstehen.

**) Bey den Häuptern haben die Schleusenmauern eine gröſsere; viele eine doppelte Breite.

Einige englische Schleusen, deren Mauern von Ziegel und sehr gut gearbeitet sind, haben Seitenwände, die unten 3 bis 5 Schuh, und oben 1 bis 3 Schuh dick sind.

§. 182. Unter den Schriftstellern ist es Belidor, welcher über den Bau der Schleusen mit der vorzüglichsten Sachkenntniſs geschrieben hat, aber nichts desto weniger ist er über die Dicke der Schleusenmauern nicht mit sich einig. Wir wollen ihn hierüber selbst hören. Er sagt Tome II. §. 127.: „Es ist sehr schwierig, über die Bestimmung der Dicke von den Seitenmauern der Schleusen eine Regel fest zu setzen, denn auch bey den besten Schleusen herrscht hierin eine auffallende Verschiedenheit, wiewohl die Baumaterialien von gleicher Güte sind", (man sehe die vorstehende Tabelle), „dies sey alsdann kein Wunder, wenn die Beschaffenheit der Baumaterialien, bey den verschiedenen Schleusen, von einander abwiche. Man hat auch bey dieser Bestimmung nicht auf dasjenige, was die Theorie von dem Druck des Wassers gegen Mauern lehrt, zu achten; sondern vielmehr auf wohl geprüfte Erfahrungen. Nachdem ich über diese reiflich nachgedacht: so bin ich der Meynung, daſs die Dicke der Schleusenmauern der Höhe des in der Schleuse stehenden Wassers gleich gemacht werden sollen; insonderheit bey Schleusen, durch denen Kriegsschiffe gehen, *) wiewohl einige Kunstverständige dafür halten, daſs sie sich nach der Weite der Schleuse richten müsse, denn manche Schleuse, die nur 26 Schuh breit ist, hat eine eben so groſse Höhe Wassers auszuhalten, als andere von 40 bis 46 Schuh. Noch weniger ist diese Regel bey Inondationsschleusen, die sehr breit gemacht werden, in Anwendung zu bringen etc. Uebrigens stelle ich der Klugheit derer anheim, die Schleusen zu bauen haben, diese Mauern, je nach der Beschaffenheit der Materialien, dicker oder dünner anzulegen."

Nachdem Belidor an einem andern Orte im Allgemeinen den Druck des Wassers von der einen Seite, und den des Erdreichs von der andern gegen die Schleusenmauern betrachtet hat, so gibt derselbe §. 145. folgende Formel. „Es sey die Höhe der Schleusenmauer $= b$; die Wasserhöhe in der Schleuse $= a$: so ist die Mauerdicke $y = \sqrt{\frac{a^3}{5\,b}}$, welche Formel gar sehr von seiner oben gegebenen Regel abweicht, denn bey einer Wasserhöhe von 15, und einer Mauerhöhe von 18 Schuh erhält man nur eine Mauerdicke von 6 Fuſs 1 Zoll. Er corrigirt daher diese Regel dadurch, daſs er §. 147. sagt: „Hat man diesen Ausdruck des Moments der Kraft, welche auf eine Mauer im Stande des Gleichgewichts wirken soll, so muſs man das Erhaltene um so viel, als nach Beschaffenheit der Materialien erachtet wird, damit der von der Mauer zu leistende Widerstand vergröſsert wird, selbst vergröſsern. Es ist daher $y = \sqrt{3\,\frac{a^3}{10\,b}}$ eine Formel, die man in der Praxis sicher gebrauchen kann." Dieses und das, was Belidor in den nächsten §. §. noch vorträgt, ist daher schwankend, wiewohl es ein Bestreben verräth, eine allgmeine Formel aufzufinden.

*) Es ist die Wassertiefe in diesen Schleusen über 22 Schuh, und das wäre eine ungeheure Dicke, welche gleichwohl einige Schleusenmauern, unnöthiger Weise, haben.

§. 183. Ich habe in meinen schriften die Bemerkung gemacht: daſs die Theorie von dem Druck der unter sich so verschiedenen Erdarten auf Futtermauern, *) noch bey weitem nicht im Reinen sey, und daſs die Praktiker solche Mauern bald zu schwach, bald zu stark angelegt haben. Wer kann die Wahrheit dieses satzes widerlegen, wenn er die oben gegebene Tabelle durchgeht, und die bisher bekannten Theorien kennt? Die Vorstellung: daſs die hinter einer Futtermauer liegenden Erdmassen ein Bestreben haben, sich herab zu senken, mithin auf die Futtermauer mit demjenigen Erdkörper, welcher herab rollen würde, wenn die Mauer nicht vorhanden wäre, drücken, liegt den bisher bekannten Theorien zum Grunde, wovon die besten zu erweisen suchen, daſs, wenn der Durchschnitt, der auf die Mauer drückenden Erde ein Dreyeck ist und die Erdtheile nach geraden und gleichlaufenden Richtungen abschieſsen, der Druck der Erde dem Quadrat ihrer Höhe proportional sey. *Perronet* in seinem Memoire sur l'éboulement qui arrive quelquefois à des portions de montagnes etc. hat, wie mich dünkt, schon erwiesen, daſs sich eine für die Praxis ganz brauchbare Theorie, über diesen Gegenstand, *nicht* aufstellen lasse: denn er hat sich wenigstens nicht daran gewagt.

Wenn nun erwogen wird, daſs der natürliche Zusammenhang der Erdtheile, ja selbst des Sandes aneinander, im Freyen, sogar so groſs ist, daſs verticale Erdwände feste stehen, ohne, wenn anders der Regen sie nicht durchdringt, einzusinken; so ist nicht abzusehen, warum wir uns bemühen wollen, daselbst schwierigkeiten zu erschaffen, wo keine sind! Ich kann auch nicht daran zweifeln, daſs irgend einer meiner Leser nicht solche vertical stehende Erdwände, insonderheit an den Ufern der Flüsse und Meere und in Hohlwegen, die aus Damm- oder Gartenerde, aus Thon mit feinem Sande vermischt, oder aus bloſsen Thon und Lehm bestehen, gesehen haben sollte; ja, wie diese Erdwände Jahre lang unverändert blieben, es seye dann, daſs heftige Regengüsse und der Angriff der Gewässer oder die Eindringung des Frostes und das Aufthauen, ihren Absturz verursachten. Bey der Füllerde hinter Futtermauern, also auch hinter Schleusenmauern, tritt aber noch der Umstand ein, a) daſs man sie nicht nur fest stampft, folglich ihre Theile zusammen preſst, und b) dieselbe einer Wahl unterwirft, das ist, nur guten Füllgrund, der fett ist und sich daher fest unter einander verbindet, wählt, daraus das Wasser abzieht, und ihre obere Lagen gegen das Eindringen des Wassers schützt. Wie kann man sich also wohl mit Wahrscheinlichkeit ein Bestreben gedenken, das diese Erde ausübt, um herunter zu fallen, d. i., auf die Mauern zu drücken? Wer eine alte gut aufgeführte Futtermauer hat abbrechen lassen, der wird sich auch davon überzeugt haben, daſs das dahinter stehende Erdreich nicht gleich nachstürzte, und nur alsdann, als es vom Regen erweicht war, herunter geschlemmt wurde. Das Eindringen des Quell- und Regenwassers aus denen der

*) Eine Futtermauer steht an ein natürliches oder an ein hingebrachtes Erdreich, dessen Absturz sie verhindern soll.

schleuse nahe liegenden Erdschichten in den Füllgrund und die schleusenmauern, mufs aber durch Abführung desselben, entweder mittelst Abbohrungen oder in der oberfläche des Erdbodens angelegten Gräben verhindert werden; folglich kann ich nicht zugeben, dafs dasselbe den Füllgrund erweicht, seinen zusammenhang aufhebt, mithin der besagte Druck ausgeübt werde.

Alle ältern Theorien über den Druck der Erde gegen Futtermauern, welche auf die Abrollung der natürlichen Erdmassen gebauet sind, können daher in der Praxis eine unbedingte Anwendung nicht finden. Im Gegentheil geben sie ein für die Oekonomie zu grofses Besteck, wenn nämlich die Mauerarbeit und die Materialien gut sind. Eben so wenig kann man die von *Prony* in seiner Arch. hydr. §. 604. u. s. w. über das Abrollen der Erde gegebene Formeln auf die Anlage der Mauern anwenden, weil sie ein wirkliches Abrollen der Erde voraus setzen, welches doch nicht eine hinter einer Mauer festgestampfte Erdmasse zu bewirken strebt, da, wie gesagt, die Cohäsion ihrer Theile sie daran verhindert, und das nur alsdann erfolgt, wenn die Futtermauer abgebrochen, und die Erde *gänzlich von Nässe durchdrungen, d. i., erweicht ist.*

Bey den Schleusenmauern treten überdies zwey Rücksichten ein, die bey den übrigen Stützmauern nicht vorkommen und auf ihre Dicke einigen Einflufs haben. 1) Ihre vordere Wand mufs vertical aufgeführt werden. 2) Müssen die Thoranker in die Mauern tief genug hinein gehen, damit die Wendesäule des Flügels nicht aus ihren verticalen Stand weicht. 3) Müssen die Schleusenmauern bis zum höchsten Wasserstande hinauf eine solche Dicke erhalten, dafs das Wasser nicht durch dieselben eindringen könne. ad 1) Sehen wir daher, dafs die über die nach Aussen mit Böschungen aufzuführenden Mauern gegebenen Formeln und Regeln eigentlich bey Schleusenmauern, an denen die in Abstuffungen getheilte Böschung an der innern Seite angebracht werden, keine stricte Anwendung findet, ad 2) und 3) ist es aber einleuchtend, dafs auch die vom Ingenieur Woltmann gegebene Theorie, von welcher ich im ersten Bande der Uebersicht der Wasserbaukunst die Hauptsätze angeführt habe, auf Schleusenmauern keine Anwendung finden: denn wer würde es sich wohl getrauen, einer neunzehn Schuh hohen Schleusenmauer an der Grundfläche nur eine Dicke von 5,289 Schuh zu geben, *selbst in dem Fall, wenn der gebrauchte Mörtel fehlerhaft befunden werden sollte, welches* Hr. Woltmann annimmt. Diese Voraussetzung kann aber bey Verfertigung der Schleusenwände niemahls statt haben, sondern vielmehr müssen dieselben aufs sorgfältigste mit wasserdichten Mörtel gemauert, und von guten Steinen aufgeführt werden, wenn sie von Dauer seyn sollen. Dies ist nothwendig, weil sie oft dem Wasser und der Trockne ausgesetzt werden, und durchaus der Gebrauch der Schleusen es nicht erlaubt, dafs ein einzelner Theil der Mauer sehr beschädigt werde, oder wohl gar ausweiche; zumal die Schiffsleute sich wenig um die Conservation derselben bekümmern, und wenn ein Stein los ist, deren gleich mehrere heraus gebrochen oder gestossen werden.

Da ich für die zukunft nicht mehr Gelegenheit haben werde, die beſsten bekannten Regeln über die stärke der Futtermauern, worunter ich hier nicht die schleusenmauern verstehe, zu geben, so will ich dieselben hier mittheilen. Zuvor muſs ich aber bemerken, daſs Vitruv, Palladio, Mansard und de l'orme die Mauern unten noch einmal so dick als oben machen. Scamozzi nimmt dazu ein Drittheil und wenigstens ein Viertheil mehr an, bey Thürmen aber will er die Mauer unten dreymal so dick als oben verfertigen. Was die stärke der beſstgemachten Kaymauern anbetrifft, so habe ich bereits davon S. 136 Nachricht gegeben, die hier zur Hand zu nehmen ist. Bey den Futtermauern längs straſsen, die zuweilen auch als Dammwege angelegt werden, folglich mit zur Wasserbaukunde gehören, tritt noch der Umstand ein: daſs die Erschütterungskraft, welche von den die straſsen befahrenden Fuhrwerken ausgeübt wird, sehr ungleich ist. Anders ist dieselbe sogar bey einem Wagen, welcher schnell fährt, als bey einem solchen, der blos langsam fortgezogen wird.

In dieser Ueberzeugung hielt ich für nothwendig auf meinen, auf den beſsten straſsen durch Frankreich, die Niederlande und Deutschland, so wie durch Tyrol, und mehrere Gebirgsländer unternommenen Reisen, recht viele Profile von Futtermauern aufzunehmen und zu sammeln, die allen Einwirkungen der Witterung und des Fuhrwerkes widerstanden hatten, um daraus einige für die Praxis anwendbare Vorschriften abzuleiten. Dieselben bestehen nun in folgenden:

1) Die geringste obere Dicke einer von ziegel gut aufgeführtten Futtermauer betrage anderthalb stein, von groſsen Werkstücken, in guten Mörtel gesetzt, ein und einen halben bis zwey Schuh. Bey einer von kleinern, etwa einen Cubik-schuh groſsen steinen mit Mörtel gemachten, so wie bey einer von groſsen steinen bestehenden trockenen Mauer zwey bis zwey und einen halben Fuſs. Soll die Mauer aus kleinern steinen aufgeführt werden, so sey diese obere Dicke $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuſs. 2) Die äussere Böschung der erstern Gattung von Futtermauern betrage ein Funfzehntheil, der zweyten ein Zehntheil und der letztern ein Sechstheil der Mauerhöhe. 3) Sind die Mauern über zehn schuh hoch, so mag auch die innere seite eine Böschung erhalten, und zwar auf jede sechs schuh einen Absatz oder Vorsprung von einem schuh Breite, so daſs die Mauer davon nach unten zu immer stärker wird. Nach aussen zu bringt man an hohen Futter- oder Wandmauern solche Absätze nur alsdann an, wenn die steine sehr hart sind, folglich von der sich auf dieselben setzenden Nässe nichts leiden. Uebrigens muſs noch bemerkt werden, daſs die steine der äusseren seite solcher Mauern mit dem Pickel abgeschärft werden müssen, damit eine ebene Wand entstehe, folglich das Werk ein regelmäſsiges und gefälliges Ansehen gewinne und der schlagregen nicht darauf hafte. Da, wo die steine nicht von der Güte sind, daſs ein solches Behauen angewandt ist, muſs doch das Mauerwerk nichts desto weniger mit sorgfalt ausgeführt werden, um einen Beweis von guter Arbeit zu geben. Ausserhalb und an der innern seite müssen die gröſsten steine oder Werkstücke gelegt

werden. 4) Zur Ausfüllung des Raumes, welcher hinter einer Futtermauer, nachdem sie aufgeführt ist, entstehet, oder zwischen zweyen solchen Mauern, braucht nicht in allen Fällen Erde genommen zu werden, sondern in solchen Gegenden, wo man Felsen abzusprengen genöthigt ist, um die Strafse anzulegen, oder wo ein guter Füllgrund von Erde nicht angetroffen wird, selbst dieser so viel als Steine kostet, da bediene man sich zu diesem Behufe der Steine. Die damit bewirkte Ausfüllung wird auch eine trockne Strafse machen, weil die durch die obern Steinlagen etwa durchgedrungene Nässe zwischen die Steine besser als durch eine feste Erdmasse durchsickern kann. 5) Um die Solidität hoher Stützmauern zu vermehren, lege man von der Stützmauer unter dem Steinbau des Dammes, eine Queermauer als Strebepfeiler, und zwar auf vier bis sechs Klafter Abstand an. Diese Strebepfeiler können von schwächeren Dimensionen als die Stützmauer seyn, und erfordern eine sorgfältige Ausfüllung von Steinen oder guter Füllerde, damit das Ganze eine solide Masse ausmacht, und sie selbst durch das Erschüttern, welches die schweren Fuhrwerke verursachen, nicht ausweichen, sondern in der festen Erd- oder Steinmasse eingehüllt stehen. 6) Damit die Futtermauern von dem längs denselben hinlaufenden Gewässern nicht unterspühlt werden können, so mufs ihr Fundament zwey bis vier Schuh tiefer als die Sohle des Grabens oder Baches, der in ihrer Nähe streicht, gelegt werden und das Bergwasser wird mittelst Aqueducte durch die Mauer geführt. 7) Um den Schwerpunkt einer Stützmauer mehr nach der innern als äussern Seite zu verlegen, und auf diese Weise die Wirkung von dem Drucke des Füllgrundes auf die Mauer zu vermindern, so gebe man dem Fundament nicht eine horizontale, sondern eine geneigte Lage. Jetzt kehre ich zu den Schleusen zurück.

§. 184. Zur Festigkeit der Thore ist es auch nothwendig, dafs die Thoranker in eine gute solide Mauer, wo möglich aber in zwo Werkstücken von 3 bis 8 Schuh Länge, je nach der Gröfse des Thorflügels, liegen, die zwey bis fünf Schuh breit und 1 ½ bis 4 Schuh hoch seyn und mittelst zwey steinernen Dollen von 8 bis 12 Zoll Länge und 6 Zoll Stärke verbunden seyn mögen. Hieraus geht hervor: dafs die Breite der Schleusenmauern an der Stelle, wo die Thoranker liegen, wenigstens drey bis 8 Schuh betragen müsse. Also auch nach der Breite und Höhe oder der Schwere des Thorflügels richtet sich die Dicke der Schleusenmauern in ihrem obern Theil, d. i. an dem Ober- und Unterhaupte der Schleusenkammer: weil schwerere Thorflügel längere Anker als leichte erfordern.

§. 185. Alle diese Rücksichten verbieten uns die von *Belidor* 2 pars §. 352. und von *Gautier* in seinem Traité des ponts, über die Höhe und Dicke der Mauern gegebenen Vorschriften, in Anwendung zu bringen. Ja, es ist auffallend, welche Verschiedenheit auch hierin bey den bekanntesten Schleusen statt findet *). Da, wo also die Thore nicht zu schwer gemacht und die Mauern aus guten Materialien und recht

*) Folgende Tabelle zeigt dies deutlich.

gut gemacht werden; auch jene Einrichtung mit den Werkstücken nicht statt haben kann, ist ihre Dicke, da, wo die Thoranker zu liegen kommen, je nach der Höhe der Thore ⅓ bis zur Hälfte der Breite eines Flügels zu machen; vorausgesetzt: daſs an den Fundirungen nichts verabsäumt wurde, es an den nöthigen Grundpfählen und Spundwänden nicht fehlt, und daſs endlich die Thore nicht überflüssig schwer gemacht werden. Daſs man denjenigen Theil der Schleusenmauern, worin die Umläufe oder Aquäducte gehn, zur nöthigen Dicke verstärken müsse, damit das Wasser nicht durch die Mauer dringe, versteht sich von selbst. An jeder Seite des Aqueducts wird daher die Mauer so dick seyn müssen, als die Dicke für die Seitenwände der Schleusenkammer, bestimmt wird; die folgende Tabelle giebt hierüber nähern Aufschluſs.

Namen der Schleusen.	Breite eines Thorflügels.	Dicke der Schleusenmauern, wo die Thoranker liegen.	Verhältniſs, wenn man die Breite der Thorflügels = 1 setzt.
	Fuſs.	Fuſs.	
Berger Schleuse	15	17	1,13
Bassinschleuse in Dünkirchen . . .	25	42	1,168
— — — zu Cherbourg . . .	25	27	1,80
Muyder - Schleuse	12	10	0,83
am Nieuwendiep	14	9	0,64
Slyker Schleuse	20	22	1,10
Schleuse de la Communication . . .	22	12	0,54
— — auf dem Canal von Languedoc	10	8	0,80
— — — — — — Charollois	10	6	0,60
— — — — — — Bourgogne	10½	8½	0,80
— — — — — — St. Quentin	11	5	0,45
Spühlschleuse in Gouda	9	9	1,00
Schleuse auf dem Canal in der Picardie	12	9	0,75
— — Bridgewater	11	3	0,26
von mir vorgeschlagenen Schleusen auf dem Marchflusse	9¼	4¼	0,46

§. 186. Der Druck des in der Schleuse stehenden Wassers hat aber nur in so fern einen Einfluſs auf die Bestimmung der Mauerdicke, als das Wasser durch die Mauer nicht hindurchdringen darf, weil es sonst, sobald die Schleusenkammer bis zum untern niedrigsten Wasserspiegel geleert ist, durch die Mauer zurück laufen und die Steine auszudrängen streben würde. Noch nachtheiliger würden die Folgen einer zu dünnen Schleusenmauer in dieser Hinsicht seyn, wenn kurz vor dem Eintritt des Frostes durch die Schleuse Schiffe passiren: denn es müſste sodann das in und hinter der Mauer

zurückgebliebene Wasser zu Eis frieren, und dieses würde die Steine sprengen, den Mörtel aber auflösen.

Die Erfahrung lehrt nun, dafs wenn die aus guten Materialien gemachten Schleusenmauern, noch da wo sie vom Wasser benetzt werden, (bey kleinen Schleusen) eine Dicke von zwey, bey grofsen von drey Schuh haben, dieselben nicht vom Wasser durchdrungen werden; das heifst, wenn sie von Ziegeln und wasserdichten Mörtel gemauert sind. Bey Bruchsteinmauern kann man einen Schuh zugeben, wiewohl einige bestehende Schleusenmauern diese Dicke nicht haben. Diese Regel kann jedoch anderer Rücksichten wegen, als z. B. wegen der Thoranker und der nöthigen Stärke der Mauern nicht allemahl in Ausübung gebracht werden, und sie gilt nur in Hinsicht des Durchdringens vom äussern Wasser.

§. 187. Wenn man diese verschiedenen Ansichten, so wie die Erfahrung zu Rathe zieht, so ist 1) bey Ziegelmauern für ihre Rückseite eine Böschung von $\frac{1}{8}$, bey Bruchsteinmauern $\frac{1}{6}$ der Höhe hinreichend. Bey den besten Steinen und besten Pozzolan-, Trafs- oder Cementmörtel ist die Böschung beym Ziegel-Mauerwerk $\frac{1}{12}$, bey letztern $\frac{1}{8}$ genug, wenn nämlich die Mauerhöhe 18 Schuh beträgt. Ist dieselbe aber mehr: so mag die Böschung respective $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{6}$ seyn; jedoch nur in dem Mauerstück, welches tiefer als 18 Schuh unter der Oberfläche der Mauer liegt. 2) Diese Böschung ist jedoch in zwey oder drey Absätzen, wo jeder Absatz 9 bis 18 Zoll erhält, zu vertheilen, a) weil sich das Mauerwerk auf diese Weise besser arbeiten läfst, b) dadurch verhindert wird, dafs auf die Mauer nicht ein Erdkeil seitwärts druckt, dessen Druck auf einer schrägen Mauer statt findet, welcher Druck aber auf eine mit verticalen Absätzen versehene Mauer nicht so statt hat, folglich dieselbe nicht seitwärts auszudrucken strebt. Endlich wird 3) auf diese Weise mit Absätzen zu mauern, das durch den Füllgrund etwa eingesickerte Wasser *) neben der Mauer im Erdboden einsickern, wo es doch, wenn eine schräge Mauer viel Erde auf sich ruhen hat, in die Mauer selbst eindringt. Bestimmungsgründe genug, welche das bisher in Praxis an den befsten Schleusen beobachtete Verfahren: die Seitenmanern, im Innern, mit Absätzen, nicht aber schräge zu bauen, rechtfertigt. Damit nun die Thoranker in die Mauer zu liegen kommen, so ist der erste Mauerabsatz zwey Schuh oberhalb denselben zu machen.

§. 188. Die Schleusenwände erhalten vom Boden der Schleuse angerechnet, eine Höhe wenigstens von acht bis höchstens dreyfsig Schuh (die Schleuse bey *Bussingen*, als die höchste, welche ich kenne, hat 30 Schuh Mauerhöhe). Ich will daher die Mauerdicke der Seitenwände zwischen dem Ober- und Unterhaupte nunmehr in Beziehung auf die befsten Anlagen der Art, die allen Einwirkungen der Luft, des Frostes und des Wassers widerstanden haben, nämlich aus den Schleusen auf dem Canal

*) Dafs dasselbe nicht eine abgesonderte Wassermasse betragen könne, versteht sich ohnehin, denn die festgestampfte Erde müfste erst von der Mauer abweichen.

von Bourgogne, in der Picardie, von Charollois, am Nieuwendiep, in Muyden, in Gouda und den gröfsten — nicht aber den kleinsten — Schleusen auf den Englischen Canälen, bestimmen; wobey ich aber bemerke, daſt man die Schleusen-Mauern vorne immer vertical aufführen müsse. *)

§. 189. Bis jetzt habe ich noch nichts von den Strebepfeilern, die man so oft zur Verstärkung der Mauern anwendet, erwähnt, weil ich vorher erst die Mauern an und für sich selbst betrachten wollte, um folgenden Satz rechtfertigen zu können: *die Schleusenmauern* (ausgenommen das Ober- und Unterhaupt) *bedürfen gar keiner Strebepfeiler, wenn sie die in der letzten Tabelle festgesetzte Dicke erhalten.*

1) Die beſsten Schleusen, als z. B. die am Canal von Languedoc, am Canal von Charollois, von Bridgewater, so wie die Schleusen des von Oxford nach Coventry füh-

*) Wenn man mit dieser Tabelle die auf den verschiedenen Kupferplatten dargestellten Schleusen vergleicht: so ergiebt sich das Resultat, dafs die best construirten ihre Mauern eine Stärke haben, welche diesen Bestimmungen sehr nahe kommt (†).

†) *Tabelle über die Stärke der Kay und Schleusenmauern längs den Schleusenkammern so wie auch der Flügelmauern vor und hinter die Schleusenkammer.*

Höhe der Mauern.	Die Stärke oder Dicke betrage an der Grundfläche c)								Anmerkungen.
	Ziegelstein- a)		Bruchstein- b)		Mit dem besten Trafs- oder Cementmörtel				
	Mauern.				von Ziegelstein.		von Bruchstein.		
	Pariser Maafs.								
	Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	
8	5	0	5	4	4	8	4	9	
9	5	$1\frac{1}{2}$	5	6	4	9	4	$10\frac{1}{2}$	a) Bey der Dicke der Ziegelmauern versteht es sich, dafs dieselbe niemals genau mit dieser Bestimmung überein kommen könne, weil hierbey die Gröfse der Steine in Anschlag kömmt, und man um diese Massen heraus zu bringen nicht die Steine abhauen könne, weil dies Abhauen mehr als der Mörtel und die abgeschlagenen Steinstücke kosten würde.
10	5	3	5	8	4	10	5	—	
11	5	$4\frac{1}{2}$	5	10	4	11	5	$1\frac{1}{2}$	
12	5	6	6	—	5	—	5	3	
13	5	$7\frac{1}{2}$	6	2	5	1	5	$4\frac{1}{2}$	
14	5	9	6	4	5	2	5	6	
15	5	$10\frac{1}{2}$	6	6	5	3	5	$7\frac{1}{2}$	
16	6	0	6	8	5	4	5	9	
17	6	$1\frac{1}{2}$	6	10	5	5	5	$10\frac{1}{2}$	
18	6	3	7	0	5	6	6	0	b) Bey den Bruchsteinmauern mag die vordere Wand einen Schuh dick aus Werkstücken gemacht werden.
19	6	5	7	3	5	$7\frac{1}{2}$	6	2	
20	6	7	7	6	5	9	6	4	
21	6	9	7	9	5	$10\frac{1}{2}$	6	6	
22	6	11	8	0	6	—	6	8	c) Was die obere Dicke und die der innern Mauerwand zu gebende Absätze anbetrifft: so richtet sich dieses, wie bereits bemerkt ist, nach der Stelle, wo die Thoranker zu liegen kommen; und dann theilt man die letztern in gleichen Theilen der Mauerhöhe ab, so dafs die Mauer mit den vorhandenen *ganzen* Steinen aufgeführt werden möge.
23	7	1	8	3	6	$1\frac{1}{2}$	6	10	
24	7	3	8	6	6	3	7	0	
25	7	5	8	9	6	$4\frac{1}{2}$	7	2	
26	7	7	9	0	6	6	7	4	
27	7	9	9	3	6	$7\frac{1}{2}$	7	6	
28	7	11	9	6	6	9	7	8	
29	8	1	9	9	6	$10\frac{1}{2}$	7	10	
30	8	3	10	0	7	0	8	0	

renden Canals (siehe Tab. 81.) und mehrere Schleusen haben keine Strebepfeiler. 2) Sind die Strebepfeiler bey mehreren Schleusen 20 bis 33 Schuh von einander entfernt, so dafs sie zur Festigkeit der Mauer wenig beytragen, vielweniger noch den Einsturz des zwischen zwo Strebepfeiler liegenden Mauerstücks verhindern können. 3) Der Gebrauch der Strebepfeiler ist vorzüglich bey Festungsmauern wichtig, um die Wirkung des feindlichen Geschützes auf dieselben zu schwächen und die Breschen zu verhindern. Wir finden daher: dafs die von Militär-Ingenieurs aufgeführten Schleusen viele und starke Strebepfeiler haben; wo hingegen die von Civil-Ingenieurs erbaueten solche gänzlich entbehren. Ueberhaupt ist es allgemein bekannt, dafs die mehresten der Erstern, starke und kostbare Mauerwerke errichten, wo sie nicht allemal nothwendig sind. Aber bey dem Bau der Widerlager an Brücken und bey Aufführung grofser Gebäude sind die Strebepfeiler nöthig, um darauf die Gewölbbögen ruhen zu lassen, oder die Basis des Erdgeschosses unter den Fenstern und Thüren zu verdünnen, mithin an unnöthigen Aufwand zu ersparen.

Belidor hat die Strebepfeiler an den Schleusenmauern zu bestimmen gesucht, indem er Tome. II. §. 129. Folgendes anführt: „Die Länge der Strebepfeiler wird insgemein der Mauerdicke gleich gemacht. Weil selbige am Hintertheil schmäler als am Vordertheile sind, so theilt man ihre Länge in vier gleiche Theile, und giebt dem Vordertheil drey und dem Hintertheil zwey Theile u. s. w. Endlich kann man auch gegen der Kammer, da, wo die Thoranker kommen, zwey Strebepfeiler machen" s. w. B. Diese sind, wie ich bereits oben erwähnte, diejenige Strebepfeiler, welche nothwendig bleiben: eines Theils um die Häupter der Schleuse, auf denen wesentlich die Dauer von dieser beruhet, zu verstärken und den Thorankern eine hinreichende Länge und ein sicheres Lager zu geben. Diese vier Strebepfeiler einer Schleuse mögen also jeder zur Länge und Breite die Dicke der Schleusenmauern erhalten; und wenn ein Umlauf hinzukömmt, so wird das Ganze um dessen Weite breiter gemacht. Da aber für die Thorkammern ein Raum in die Schleusenmauern bleiben mufs, so werden diese um die Dicke des Thorflügels mit ihrem Schütze und des ersteren seine Breite, zurückgezogen. Ein Raum, der die Thorkammer *a* Fig. Tab. 77. bildet. Dafs man zur Bestimmung der Strebepfeiler bey den aufgeführten Schleusen keine Regel befolgt hat, dies beweifst die oben §. 169. gegebene Tabelle. Bald hat man sie weit entfernt, bald nahe gerückt, dann stark, ein andermal schwach gemacht; ja Einige haben sie gänglich weggelassen.

Wer sich nun im Schleusenbau diesen hier aufgestellten Erörterungen nähert: der wird die Schleusen-Mauern mit weit geringern Kosten und dennoch vollkommen dauerhaft anlegen!

§. 190. *Von dem Grundbau der Schleusen* kann hier in gedrängter Kürze gehandelt werden, nachdem bereits im 3. Kapitel das wesentlichste darüber vorgetragen ist. 1) Auf einen durchaus festen Boden bedarf es der Schwell- und Pfahlroste nicht.

2) Die Gründung auf mittelmäſsigen Boden erfordert wenigstens immer des Schwellrostes; nur selten einen Pfahlrost. 3) Der unsichere und schlechte Boden macht einen Pfahlgrund und Schwellrost nothwendig. Der Abstand der Grundpfähle richtet sich nach der Güte des Erdreichs und der darauf zu legenden Last, wie ich dies bereits vorgetragen habe, und der auf der S. 581. bestimmte Abstand versteht sich nur für diejenigen Reihen Grundpfähle, welche unter die Schleusenmauer zu stehen kommen; unter dem Schleusenboden kann derselbe wenigstens das doppelte, ja das drey und vierfache betragen! Nur selten wird man unter demselben mehr als drey Reihen Grundpfähle anwenden dürfen, wo alsdann die eine Reihe in der Mitte der Schleusenkammer zu stehen kömmt. Uebrigens sind die Reihen Grundpfähle unter der Sohle, so wie auch unter der Basis der Seitenmauer, dergestalt einzutheilen, daſs eine Reihe Grundpfähle in die Mitte stehe, oder eine gleich groſse Austheilung der Pfahlreihen statt finde. Man wird daher unter den schwächsten Seitenmauern zwey, den stärksten vier und unter den mittlern, drey Reihen Grundpfähle einrammen. *Belidor* §. 282. rechnet von Mittel zu Mittel für die Reihen Grundpfähle unter den Seitenmauern drey, und unter den Schleusenboden sechs Schuh Entfernung.

Die Anlage der Schleusen und die Maximen ihrer Erbauung begreifen zugleich die Lehre von den Einrammen der Pfähle, der Einrichtung des Grundbaues, der Anbringung dichter Spundwände; Gegenstände, welche ich bereits vorgetragen habe. Ich bemerke daher blos über die Spundwände hier Folgendes. 1) Die Dammplanken, welche unter den Schleusen eingerammt werden, müssen 3 bis 6 Zoll stark seyn und 6 bis 11 Fuſs in den festen Grund und zwar einen bis sieben Schuh, oberhalb der Spitze der Grundpfähle, jedoch immer so tief stehen, daſs kein Wasser unter sie durchdringe. Ihre Länge richtet sich nicht nur nach der Länge der Grundpfähle und dem Zustande des Bodens und Belidor giebt §. 277. ihre Länge zu kurz an, indem er sie der Hälfte oder $\frac{2}{3}$ der Länge der Grundpfähle gleich setzt *). 2) Wenn der Zweck, warum Spundwände eingerammt werden, beachtet wird, der darin besteht, daſs das äussere Grundwasser von dem Innern des Baukörpers abgehalten wird: so bedarf es keines Beweises, daſs dieselben den Grundbau einer solchen Schleuse, welche auf die Dauer gebauet wird, ganz einfassen müssen, sobald der Grund von der Art ist, daſs er das Wasser durchläſst. 3) Es sind alle Queerspundwände in einem solchen Boden, der Quellen hat oder wasserhaltig ist, nicht hinreichend das Wasser von der Schleuse abzuhalten, wenn die Schleuse selbst nicht *vollständig an den Seitenwänden mit einer Spundwand umgeben ist.* Daher, daſs man diese der Natur der Sache entsprechende ganz einfache Regel bey manchen Schleusen nicht in Ausübung gebracht hat, ist es denn auch gekommen: daſs dieselben nicht lange gedauert haben. Sie muſs also bey allen Schleusenböden, welche in wasser-

*) Wir wollen auch hierüber die Erfahrung in nachfolgender Tabelle aufbewahren.

Namen der Schleusen.	Länge der Grundpfähle.	Länge	Breite	Dicke	Anmerkung.
		Der Spund- und Dammplanken			
	Fuſs	Fuſs	Zoll	Zoll	
Schleuse von Bergen bey Dünkirchen	10—12	9	14	4	
Bassin-Schleuse in Dünkirchen . .	10—15	10—15	15	4	(a) Die Dammplanken haben triangelförmige Nuthen.
Aſsfelder-Schleuse zu Calais	11	11	15	4	
Bassin-Schleuse zu Cherbourg . . .	—	9	12	3	
Schleuse zu Gravelins 1699	8	6	12	3	
Eine andere Schleuse daselbst 1731	8—12	8—12	12	3 (a)	
Ehemalige Mardyker Schleuse . . .	9	7	12	3 (a)	(b) Dammplanken ohne Falzen oder ohne Nuthen.
Muyder Schleuse	18	—	—	—	
Durchfahrts-Schleuse am Nieuwendiep	30	9	12	3—4 (c)	
Slyker-Schleuse bey Ostende . . .	18	14	15	4	(c) Die Dammplanken haben prismatische Nuthen.
Schleuse de la Communication . . .	—	18	12	$3\frac{1}{2}$ (b)	
Hoornschleuse in Holland	26	14—26	15	4 (b)	
Eine der Schleusen bey Halfwege .	21	25	15	4 (b)	
Duiker-Schleuse heym Penningsveer	27	20	11—12	4 (b)	
Kammer-Schleuse Gouda gegenüber	30	14—16	12	5—6	

haltiges Terrain einen Schwell- und Pfahlrost, wegen der Beschaffenheit des Bodens, erhalten, unbedingt befolgt werden, wenn ein dauerhaftes Werk erbauet werden soll. Ja sie ist auch bey den neuesten und beſsten Schleusen in Holland und Frankreich, namentlich bey den Schleusen 1) am Nieuwendiep, 2) bey Gouda, 3) am Penningsveer, 4) zu Muyden und bey mehreren Schleusen in Ausübung gebracht. Ich habe sie auch bey denen am Marchflusse in Vorschlag gebrachten Schifffahrts-Schleusen gleichfalls befolgt. Diese Spundwand muſs, wie gesagt, am äussern Rande der Grundfläche von dem Mauerwerk, oder bey hölzernen Schleusen, längs der Holzwand hinlaufen. 4) Wenn man aber, da, wo die Flügel der Schleusenwände anheben (Tab. 78. Fig. III. in 9) oder unter dem Drempel eine Queerspundwand schlägt, so kann — in dem Fall, wenn die innere Spundwand (7 oder 0) längs einem Bassin, wie es am Nieuwendiep der Fall ist, fortläuft — die zwischen die zwo äussern Spundwände, nach der Richtung der Flügelmauer fortlaufenden Spundwand, vor dieser Mauer hingehen. In allen übrigen Fällen, muſs sie an den äussern Rand der Mauer geschlagen werden, denn diese Mauer und das Fundament darunter, ist gegen das Eindringen des Grundwassers zu schützen. 5) Die Wände, welche ausser der Einfassung in dem wässerigten Boden zur Fundirung nothwendig sind, bestehen in zwo Spundwänden an beyden Enden des Schleusenkörpers, d. i. am Ende der Flügelmauern queer über die Schleusenöffnung *). *Diese Spund-queerwände bilden mit*

*) Wollte man die erste Spundwand vor den obern Schleusenthoren und nicht an dem Rande des Schleusengemäuers schlagen, so hieſse das, einen vorzüglichen Theil der Schleuse, dem Eindringen des Wassers, mithin der Zerstöhrung, Preis geben!

der vorher erklärten umfassungswand den wasserdichten Kasten des schleusen-Fundamentes, welcher bey kleinen schleusen zur Dichtigkeit hinreichend ist. Alle übrigen Queerwände sind nur eine zugabe an vorsicht: denn dieser Kasten soll ja das äussere wasser nicht in den Grundbau seitwärts einlassen und der übrige Grundbau, von dem ich bald handeln werde, soll das quellwasser zurückhalten. In dieser Absicht wird in der Queer-Spundwand, vor der schleuse, eine doppelte Reihe spundplanken eingerammt und die einzelnen Planken einer Reihe, mit Nuthen und zapfen versehen; auch dieselbe längs Gurtungen und Grundpfählen geschlagen, wie dies im vorigen Kapitel §. 109. und in mehreren stellen dieses Bandes gezeigt ist: wobey jedoch bemerkt werden mufs: dafs die steine des Fundamentes über die rundherum laufende spundwand gedeckt werden. Ja, wenn die schleuse von der gröfsten Art ist und in ein strömendes wasser geht oder die Ablassung durch die Thore geht, so läfst man die untere Queerwand gleichfalls aus zwey Reihen spundplanken oder einer Reihe spundpfähle bestehen und sichert ihren Fufs mit Sinkstücken und steinwurf, d. i. mit einem sturzbette, sobald nur die wassertiefe, welche für die schifffahrt nöthig ist, eine solche vorkehrung zuläfst. 6) Damit das wasser, wenn irgend eine dieser spundwände noch dessen durchliefse, welches jedoch in der Regel und bey sorgfältiger Einrammung derselben nicht statt finden soll, nicht in einem Theil der Fundirung eindringe, so mögen, bey grofsen schleusen, noch zwey Queer-spundwände eingerammt werden. Bey schleusen ohne Fallmauer kömmt eine davon unter dem Hauptstück des Drempels und bey schleusen mit einer Fallmauer, gerade am Rande derselben; die zweyte, die ich jedoch in den mehresten Fällen für überflüssig halte, kömmt unter dem untern Drempel. Fünf und sechs spund-Queerwände zu schlagen, ist, selbst im lockersten Boden, ein unnöthiger Aufwand: denn jede aus spundpfählen bestehende wand soll so tief eingerammt werden, dafs sie das wasser nicht durchläfst und die seiten-spundwände, mit denen am obern und untern Ende der schleuse eingerammten Queer-spundwänden formiren, wie gesagt, den Kasten des Grundbaues. Ein anderes war es bey der schleuse von slykens, die eine Länge von 900 schuh hat und im Quellsande erbauet ist, den man also in verschiedenen Abtheilungen oder Kisten einpressen und mit Füllgrund compact machen mufste. Ein solcher Boden kann auch bey schleusen von mittler Gröfse, wie oben erwähnt ward, die schlagung von zweyen queer-spundwänden im Innern des Fundamentes, nothwendig machen.

Da die Dichtigkeit des Fundaments bey den hölzernen schleusen eben so wohl als bey massiven nothwendig ist, um das Eindringen des Grundwassers zu verhindern, so gilt alles, was ich hier von den spundwänden der massiven schleusen vorgetragen ist, auch von denen der hölzernen.

§. 191. Wenn wir den *grundbau* der schleusen weiter verfolgen, so kömmt die Ausfüllung zwischen den Grundpfählen und spundwänden in Betracht zu ziehen.

Einige begnügen sich damit: diesen Raum bis auf den festen Grund hinab mit Thon auszustampfen. Wird aber erwogen, daſs der Grundbau kein Wasser durchlassen soll, so ist diese Methode nur daselbst anwendbar, wo der Grund weder aus Quellsand besteht, noch viel Wasser enthält. Es ist also sicherer, die Rostfelder auszumauern, und zwar bis auf eine solche Dicke, durch welche, wenn zum Mauerwerk feste Steine oder besser Ziegel und Cement genommen wird — das Wasser nicht durchdringen kann. Dieselbe sey daher nach der Erfahrung zwey bis drey Schuh. Belidor setzt §. 285. die Dicke dieses Mauerwerkes nach der Breite der Schleusen fest; nämlich bey 12 Fuſs breiten Kammern zwey Schuh; bey einer 48 Schuh breiten Kammer fünf Schuh.

Sind diese Felder ausgemauert oder mit fetter Erde ausgestampft, so wird der Balken- oder Schwellrost gelegt, auf welchen man die Seitenmauern aufführt. Derselbe besteht fast bey allen Schleusen 1) aus den Queerschwellen, 2) den Längeschwellen, und 3) aus dem Plankenboden. Zuweilen kömmt über diesen noch eine zweyte Lage der genannten Hölzer, und alsdann ist dies ein doppelter Boden. Da, wo man aber die Schleusensohle aus Steinen bestehen läſst, ist der einfache Boden hinreichend. Im Triebsande hingegen muſs ein dreyfacher Rost angelegt werden, wie dies bey der Schleuse von Slykens geschehen ist.

§. 192. Seit einiger Zeit haben einige Ingenieur die Fundirungen der Schleusen äuſserst leicht gemacht und es kaum nöthig gefunden, sie in Pfahlgründungen bestehen zu lassen, aber auch traurige Erfahrungen gemacht. So hat man einige Schleusen an dem *Nördcanal*, welcher den Rhein mit der Maas verbinden soll, im Torfboden durch Aufschüttung eines Betonmörtels von 30 Zoll Höhe, über welches Lager ein eben so hohes Steinpflaster gelegt ist, und durch zwey am Ober- und Unter-Haupte angebrachte Spundwände fundirt. Auf den Canal von St. Quentin hat man noch einen liegenden Rost, beym Torfboden, hinzu gethan, wie denn die groſsen Schleusen in Havre nur auf einen liegenden Rost erbauet sind. Der Mittelweg ist bey den Fundirungen die Schleusen der sicherste, und ich bin der Meynung, daſs man auf einen festen Boden, also auch auf Lehmboden niemal einen Pfahl- und Schwellrost anlegen dürfe, wenn man das Mauerwerk gehörig setzen und austrocknen läſst, daſs man auf mittelmäſsig festen Boden mit Schwellrosten auskommen könne, und nur beym unsichern Grunde des Pfahlrostes, vorzüglich unter den Schleusenmauern, bedürfe. Doch ich verweise auf das in den letzten drey Kapiteln über die Gründungen vorgetragene, und handle speciel *von dem Bau der Schleusen.*

§. 193. Nach diesen voraus gegangenen Erklärungen und Grundsätzen sind wir in dem Fall, den Bau einer massiven Schleuse, welche einen hölzernen Boden, und einen Pfahl- und Schwellrost hat, stufenweise zu verfolgen. Zum deutlichsten und lehrreichsten wird dies seyn, wenn ich in der am Seehafen *Nieuwendiep* (Tab. 78.) von dem berühmten *Brunings* angegebene, und zu den besten in Holland existiren-

den Werken der Art zu zählenden Schleuse, ein Beyspiel oder eine Maxime aufstelle. Sie ist im Jahr 1790 für 78000 fl. erbauet worden; hat eine Länge von 140 Fufs, ist 23 Fufs breit, und hat 20 Schuh lange Flügel. Das Fundament besteht a) aus 10 Reihen tannene Grundpfähle, wovon jede Reihe 140 Fufs lang ist, b) und aus zwey Reihen von 53 Fufs Länge. Die Anzahl der Grundpfähle beträgt 704 Stück. Die Grundpfähle sind 30 bis 32 Fufs lang, oben 10 bis 12 Zoll, und unten 6 Zoll dick. Der Schleusendrempel liegt 9 Schuh unter der ordinären Fluth.

Die Beschreibung dieses Baues werde ich mit einigen Regeln und Vorschriften verweben, und in dieselben dasjenige, was mir von der Construction dieser Schleuse bekannt ist, anführen, ohne deswegen behaupten zu wollen, dafs bey dem Bau nicht noch manche hier übergangene Maasregel in Anwendung gekommen sey; welches die Herren *Conrad*, *Goudriaan* und *Grosa*, die meines Wissens die Ausführung besorgt haben, zum besten beurtheilen können. Es ist also diese Beschreibung keinesweges als eine blofse Aufstellung derer von mir über diesen Bau gesammelten Nachrichten anzusehen, sondern vielmehr wie gesagt, als eine auf den Bau solcher Schleusen anwendbare Baumaxime zu betrachten.

Um diese Bau-Vorschrift verständlicher vorzutragen, will ich diese Schleuse selbst hier schon beschreiben. Ihre Haupttheile sind folgende: die zwey Seitenwände Fig. I. mit ihren obern und untern Flügeln; das Sturmthor *d e f* Fig. III., und das gleichfalls gegen das äussere Wasser gerichtete Fluththor *g h i* bilden die Schleusenkammer *d e f g h i*. Soll nun ein Schiff, während im Hafen Nieuwendiep Fluth ist, in das Bassin *x* aus diesem Hafen eingeschleufst werden, und sind zu dem Ende die Thorflügel *a b c* und 4, welche gegen das Binnenwasser zusammen schlagen, in ihre Kammern *a c* u. s. w. gelegt, so öffnet man die mit Aufziehschütze 1. 2. Fig. 2. versehenen Umläufe, damit die Schleusenkammer dem äussern Wasser gleich hoch gefüllt werde. Jetzt kann man also das äussere oder Sturmthor *d e f*, mittelst den Winden B D, aufziehen, und das Schiff in die Kammer einlassen. Nunmehr werden die in dem Thor *g h i* befindlichen Schütze gezogen, und so fällt das Wasser in der Schleusenkammer, bis es sich mit dem im Bassin *x* wagrecht stellt. Es ist daher leicht das letztere Stemmthor zu öffnen, und das Schiff in das Bassin zu ziehen. Will man aber ein Schiff aus dem Bassin in den Hafen Nieuwendiep schleusen, während in diesem Ebbe ist, so öffnet man die zwey gegen den Hafen gekehrten Thore, und läfst das höhere Wasser aus dem Bassin in die Schleusenkammer durch die in den Thorflügeln 4. Fig. IV. befindlichen Schütze; öffnet, nach erfolgter Füllung, dieselben, und läfst das Schiff in die Schleusenkammer eintreten. Jetzt werden die Umläufe geöffnet, und das Wasser in der Kammer stellt sich mit dem im Hafen, im Gleichgewicht; folglich kann das Thor 2 geöffnet, und das Schiff aus der Kammer in den Hafen geschleufst werden.

Wird der Vorboden oder das Sturzbett der Schleuse so wie der Hafen, in der Nähe der Schleuse, von demjenigen Materiale, welches sich dort angehäuft hat, gereinigt, so mufs man die Thore 1. 3. 4. Fig. IV., während das innere und äufsere Wasser gleich und zwar mit der Fluth in einem Horizont steht, öffnen; das Thor 2 Fig. XI., worin das Dreh- oder Spühlthor befindlich ist, aber zustellen. Ist dann im Hafen Nieuwendiep die Ebbe eingetreten, dann wird dieses Thor nach der Erdwinde und der Zugstange geöffnet.

§. 194. Nachdem also vor dem Anfange eines Schleusenbaues die Beschaffenheit des natürlichen Grundes untersucht, das Quellwasser auf irgend eine Art abgeleitet ist, die verschiedenen Horizontal- und Vertical-Durchschnitte der Schleuse, so wie ihrer Haupttheile als Thore u. dergl. nach einem grofsen Maafsstabe gezeichnet sind; *) die Baustelle ausgehoben, und vom Wasser mittelst Abdammungen und Schöpfmaschinen befreyet ist, so werden die Grundpfähle 4 und 5 (Fig. 3. Tab. 78.), in denen für sie bestimmten Reihen mit einem hinreichend schweren Rammklotz bis zum stehen eingerammt. 2.) Je nachdem die Höhe des Schleusenbodens bestimmt ist, werden die Grundpfähle nach einer horizontalen Fläche abgesäget, und an jeden Pfahl ein 2 bis 3 Zoll starker Zapfen, welcher zur Höhe die Stärke der Queerrostschwellen oder Lagerhölzer, und zur Länge die Dicke des Pfahls erhält, eingeschnitten. 3.) Diejenigen Grundpfähle aber, welche in der mittleren Reihe, unter den Seitenmauern und den Strebepfeilern stehen, erhalten keinen Zapfen, sondern die Queerschwellen werden blos darauf mit $1\frac{1}{2}$ Zoll starken eichenen Nägeln genagelt. 4.) Auf den benannten Grundpfählen sind 6 tannene Queer-Rostschwellen aufgezapft, von 9 zu 11 Zoll stark, und von einer solchen Länge, dafs sie 3 Zoll über die äufsern Grundpfähle hervor ragen. Diejenigen Schwellen, welche jedoch die Spundwände *q r s t u v* einfassen, müssen um 6 Fufs länger seyn, als die Seitenmauern reichen. 5.) Sind dann die Queerschwellen über die Zapfen der Grundpfähle eingelassen, so wird in eine in dem Zapfen eingehauene Spalte ein eichener Keil eingetrieben, der den Zapfen recht fest an die Rostschwelle anprefst. Eine Vorsicht, die wesentlich zur Festigkeit des Baues beyträgt. Sie hat selbst bey einem Bau, wo sich Grundwasser einfand, die Aufbiegung der Rost-Rostschwellen verhindert. Eine ähnliche Maafsregel wird beym blofsen Aufnageln der Rostschwellen und Deckplanken, mit hölzernen Nägeln, ausgeübt, die in der Praxis vortreffliche Dienste leistet, wo jedoch die Nägel sehr stark seyn müssen, und man bedient sich statt derselben einer andern Methode, welche ich jetzt beschreiben werde. Die eichenen Nägel, womit man die Queer- und Längenschwellen aufnagelt,

*) Sehr gut ist es, wenn man ehe der Bau angeht, von den vorzüglichsten Theilen der Schleuse Modelle verfertigen läfst, und dieselben in der Werkstätte auf einen geebneten Boden, nach der wahren Gröfse vorzeichnet. Kommen viele Steinschnitte vor, welches der Fall bey einer in schlechten Boden concav geformten Schleusenboden ist, so mufs man diese gleichfalls in der wahren Gröfse, auf der Baustelle, abzeichnen.

werden nämlich 2 Zoll dick, aber in der Mitte etwas dünner gemacht, und daselbst mit in Oel gesottenen Werch umwickelt; damit das Durchdringen des Wassers durch das Bohrloch an dem Rande des Nagels verhindert werde. Um ihn in das Bohrloch recht anzupressen, wird in dem untern Theil des Nagels eine Spalte gehauen, worin man einen ½ Zoll starken und 4 Zoll langen eichenen Keil etwas hinein steckt. So wie derselbe nun auf das untere Holz, das ist, hier bey der Queerschwelle auf den Grundpfahl, oder bey den Längenschwellen auf die Queerschwellen stöfst, und der Nagel eingetrieben wird, geht der Keil weiter in denselben hinein, und treibt ihn gegen das Holz, worin er geschlagen wird, prefst ihn folglich an dasselbe an. 6.) Sollte dann eine von den Rostschwellen durch das Antreiben etwas spalten, so mufs sie abgenommen und wieder durch eine neue ersetzt werden. 7.) Die Stärke der Rosthölzer, das ist die der Queerschwellen anbetreffend: so müssen dieselbe sich nach der Breite der Schleusen, d. i., nach ihrer Länge richten. Bey einer 12 Schuh breiten Schleuse mag sie 9 und 6 Zoll, bey 18 Schuh breiten Schleusen 10 und 8, bey 24 Schuh breiten Schleusen 11 und 8½, bey 30 Schuh breiten Schleusen aber 12 und 9 Zoll, und bey 46 Schuh breiten Schleusen 13 und 10 Zoll betragen. Etwas schwächer mögen die Längenschwellen ausfallen. Von den letztern wird jede, da sie nicht aus einem Holzstücke gemacht werden kann, aus zweyen Hölzern auf die halbe Holzdicke mittelst einer Verzahnung — deren Mitte auf eine Queerschwelle treffen mufs — zusammen geschiftet. 8.) Wiewohl ich hier die Befestigung der ersten Queerschwellen beschrieben habe, so mufs ich doch ausdrücklich bemerken: dafs anfänglich nur diejenigen auf die Grundpfähle eingezapft oder darauf genagelt werden, längs welchen die Queer-Dammplankenwände zu stehen kommen. *) Ich werde daher nach der Stufenfolge der Arbeit noch einmal von der Legung der Queerschwellen sprechen. 9.) Jede Dammplanke wird an die daranstossende Queerschwelle mit einem einen Zoll starken eisernen Nagel befestigt, und wenn vor der Reihe dieser Planken noch ein Queerholz *c* Fig. 34. Tab. 89. gelegt worden ist, welches jedoch meines Wissens bey dieser Schleuse fehlt, worunter dann ein Grundpfahl *e* kommt, so wird jeder eiserne vorne mit einem 3 Zoll breiten Kopf, und am innern der Queerschwelle mit einer Schraube versehene 2 Zoll starke eiserne Bolzen durch die Gurtung die Dammplanke und die Qeerschwelle hindurch gezogen. An derselben aber wird mittelst einer Schraube alles das Holz, wodurch er geht, fest zusammen gezogen. Dafs die schräge stehenden Grundpfähle *e* jedoch nur auf einen Abstand von sechs Schuh zu stehen kommen, ist bereits an einem andern Orte erwähnt worden. Uebrigens treten bey dieser Schleuse die Dammplankenwände sechs Schuh bis *q r s*

*) Ich wähle hier, so wie an mehreren Stellen mit Fleifs die Benennung *Damm-Plankenwände* dieser Schleuse, weil meines Wissens diese Schleuse nur Dammplanken und keine Nuthplanken hat. Jedoch kann ich mich hierin irren, welches auch nichts zu Sache thut. Was ich also hier von den Dammplanken sage, gilt auch von den Spundplanken.

Fig. III. Tab. 78. über die Grundpfähle der Seitenmauer hervor, und bestehen aus Tannenholz.

Da die zwo Wände q und v die Schleuse gleichsam begrenzen, haben sie eine doppelte Reihe Planken und zwar Holz auf Fuge. Diese Planken sind 7′ lang, 10 bis 12 Zoll stark und 3 Zoll dick. Zu denen unter den Schlagwellen in s und t stehenden Reihen sind die Planken 9 Schuh lang und 4 Zoll dick. Diese Dimensionen haben auch die Planken derjenigen Wände, welche die Basis des gesammten Gemäuers umschliessen. Solche Spund- oder Cofferwände, die in Fig. III. sichtbar sind, sollten, wie bereits oben gesagt ist, in einen wasserhaltigen Boden niemals anzulegen vergessen werden: da von denselben die Dauer der Schleuse wesentlich abhängt. 10) Sind die äussern Queer-Plankenwände eingerammt, so werden die mittlern gleichfalls geschlagen. Alle müssen aber mit ihren wagrecht abgeschnittenen Köpfen 1 ½ Zoll hoch über die daran stossende Queerschwellen hervorstehen, um eben so viel in die Längenschwellen 9,9 eingelassen zu werden, damit kein Raum zwischen den Plankenwänden und den Längenschwellen entstehe, durch den das unterirrdische Wasser durchsikern könnte. Um diese Absicht desto sicherer zu erreichen, so wird der Kopf von allen Spund- oder Dammplanken mit Moos oder mit in siedendes Oel getränkte Leinwand belegt. Eine Vorsicht, die auch bey denjenigen Grundpfählen, worauf die Queerschwellen aufgenagelt werden, anzuwenden und niemals bey dergleichen Fundirungen ausser Acht zu lassen ist. 11) Die Dammplanken, welche in die Seitenwände kommen, rammt man aber erst alsdann ein, wenn die sämmtlichen Queerschwellen gelegt sind. Sie werden so hoch abgeschnitten, dass man sie 3 Zoll in das darüber zu liegen kommende Flurholz einlassen könne. 12) Ehe alle Queerschwellen gelegt werden, muss der Raum, welcher bis zum festen Boden um die Grundpfähle ausgehoben war, mit Klay, Thon oder guter Gartenerde ausgestampft seyn und zwar, einen Zoll höher als die untere Fläche der Queerschwellen zu liegen kommen soll, damit diese Schwellen den angestampften Grund noch fester zusammenpressen, Es ist auch ein Fehler, wenn man die Ausfüllung erst nach Legung der Rostschwellen vornehmen wollte, weil sodann das Ausstampfen nicht tüchtig bewerkstelligt werden kann. Statt der Ausfüllung mit Thon oder Klayerde ist jedoch ein Gemäuer von Ziegelsteinen mit Pozzolan-, Trass- oder Cementmörtel verfertigt, besser: weil dasselbe das Wasser nicht durchläfst, und der Mörtel das Holz noch länger, als wenn es mit Erde oder Steinen umgeben ist, conservirt. 13.) Jetzt, nach vollendeter Auflegung der Queerschwellen, wird entweder mit der gänzlichen Ausfüllung von Klayerde oder Aufführung des Gemäuers zwischen den Grundpfählen und Queerschwellen fortgefahren, und zwar so weit hinauf, dass die Längenschwellen auf diese Ausfüllung und auf die Queerschwellen gelegt werden können. Es müssen nämlich jene in diese zwey Zoll tief eingelassen werden. Da aber die Längenschwellen hier 8 Zoll dick sind, so stehen sie sechs Zoll hoch über die Queerschwellen hervor, nachdem sie auf

jede von diesen mit einem eichenen Nagel aufgenagelt sind, wie es im 6ten Satz beschrieben ist. 14.) Hat man auf diese Weise die Queer- und Längenschwellen befestigt, so wird auch der zwichen den letztern entstandene Raum dergestalt entweder mit Klay- oder Thonerde ausgestampft oder ausgemauert, so daſs noch in den Rostfeldern selbst 3 bis 4 Zoll zur Oberfläche der Längenschwellen fehlt, um auf dieser wagerecht gemachten Ebene die 3 bis 4 Zoll starken Planken 3, 3, horizontal dicht neben einander zu legen; darin, wie vorhin erwähnt ward, die Spundwände 1 ½ und respective drey Zoll einzulassen, und dicht an die Längenschwellen anzutreiben. 15.) Dann werden zwey Plankenböden übereinander gelegt; es muſs der obere aus Eichen- und der untere aus Tannenholz bestehen, weil jener oder der eigentliche *Deckboden*, zuweilen, nämlich bey Reparaturen, der Luft ausgesetzt wird; das Nadelholz aber dieser Abwechselung von Trockene und Nässe weniger als das eichene verträgt. Alsdann werden die obern Planken über die Fugen der untern gelegt, und entweder eine solche Abwechselung in der Länge der Planken getroffen, daſs auch der Queere nach eine geradelinigte Fuge nicht entsteht, d. i. die Planken werden ungleich lang gemacht, oder sie müssen an die Queerschwellen *a b d* Fig. 35. Tab. 89. angestossen werden, wie *e d* und *f d* zeigt. Kommen zwey Plankenlagen über einander, so wird, nachdem die untere Lage calfatert und mit warmem Pech begossen ist, eine einen Zoll dicke Decke von *trocknem* von Erde befreytem Moos oder Werch darauf, gleich dick, ausgebreitet. Wenn man die Kosten nicht sparen will, so kann in Oel getränkte Baumwolle gebraucht werden. Diese elastische Zwischenlage dient dazu, daſs die obern Planken scharf angetrieben werden können. In Ostindien legt man, wie mir ein dort gewesener Schiffskapitain gesagt hat, eine aus gelöschtem Kalch mit Oel vermischte und geriebene Masse zwischen dem Holz und Kupfer, womit die Schiffe beschlagen sind, um das Holz zu conserviren. Mit dieser Masse könnte man auch die Hölzer eines Schwellrostes umgeben. 16.) Bey der Schleuse am *Nieuwendiep* Tab. 78. sind die zwey Plankenböden aber nicht unmittelbar aufeinander gelegt worden; sondern es wurde der untere 3, 3, Fig. III. Tab. 78. für sich gemacht; der auch aus Eichenholz besteht, und von dem die Planke 4 Zoll dick, 12 bis 16 Zoll breit, und mit drey Zoll dicken eichenen und vorher beschriebenen Nägeln, auf jede Queerschwelle, genagelt sind, nachdem sie wohl gehobelt waren. Dieser Boden wird zwischen allen Fugen gut calfatert und zweymal mit heiſsen Pech übergossen. 17.) Das Calfatern geschieht aber folgender Maaſsen. Es werden alte getheerte Schiffsthaue in Stücken von 6 bis 12 Zoll Länge zerhackt, im Ofen gedürrt und dann auseinander gezupft. Dieses Werch wird in die mittelst Stemmeisen geöffneten Fugen des Plankenbodens, mit Beiseleisen, hinein gestopft, und zwar nach und nach, so daſs das Werch zwischen die ganze Fuge hinab gepreſst wird. Jetzt wird jede Fuge, während dürrem Wetter, mit heiſsem Schiffstheer — der aus Pech und Fischthran oder Oel und Pech besteht — oder mit Steinkohlentheer getränkt, wenn

zuvor die Planken mittelst eines Stroh- oder Holzspänn-Feuers erwärmt sind. 18.) An jeder Seite der Flügel und hinter der Umfassung von den Strebepfeilern werden 4 und 8 Zoll starke Streckhölzer, wie Fig. III. zeigt, gelegt. 19.) Ueber dem so verfertigten ersten Planken- oder Rostboden 3, 3, wurden die eichenen Deckhölzer oder die zweyte Lage Queerschwellen 2, 2, gelegt. Sie sind zwey Zoll tief in die Längenschwellen eingelassen, um genau auf den Plankenboden 3, 3, zu liegen, der um so viel niedriger (2 Zoll) als jene Längenschwellen eingekerbt sind, gelegt ist. Die 9 bis 11 Zoll starken und 27 Schuh langen Deckhölzer wurden auf jede Längenschwelle mit zwey Zoll starken eichenen Nägeln, auf die oben angezeigte Methode, fest genagelt, und reichen zwey Schuh in die Seitenmauern. 20.) Die zwischen den Deckhölzern entstandenen Felder wurden nachher mit Ziegel- und Wassermörtel, in Roll-Lagen gesetzt, ausgemauert. Einige streuen auf den Plankenboden Sand, weil sie dafür halten, daſs der Mörtel das Holz angreift. Dieses Mauerwerk, welches genau in einer Horizontal-Ebene, mit der Oberfläche der Deckhölzer geführt wird, muſs man mit den Seitenwänden zugleich in die Höhe aufmauern; wie denn in der Regel die gesammten Schleusenmauern stets in einer Horizontal-Ebene herauf zu führen sind, und deswegen der sorgfältigste Bedacht zu nehmen ist. Es müssen daher auch die Köpfe der Grundpfähle und Spundwände genau horizontal abgeschnitten und der Rost horizontal gelegt werden. 21.) Ueber dieses Mauerwerk kömmt endlich der zweyte Planken- oder *Deckboden*, der eben so auf die Deckhölzer 2, 2, fest genagelt wird, als der erste auf die Queerschwellen genagelt ward. Auch wird derselbe gleichfalls calfatert und zweymal mit heiſsem Pech übergossen. Er sollte sich blos an die Seitenmauern der Schleuse anschlieſsen, und nicht in dieselbe hinein gehen, weil man sonst die Ausbesserung dieses Deckbodens nicht vornehmen kann. Eine Regel, welche auch Belidor §. 334. gibt! 22.) Ist auf diese Weise oder auf eine andere Art der Boden und die Fundirung einer Schleuse vollendet, so werden die Mauern aufgeführt, die Drempelpfannen und Zugstangen der Thore gelegt, die Aquäducte angebracht, die Vorböden gemacht und die Schleusenthore zur halben Oeffnung eingehangen.

Bey der Schleuse am *Nieuwendiep* Tab. 78. wurden, nach Vollendung des Schleusenbodens, die Seiten- und Flügelmauern vorne mit 2 bis 2½ Klinker und Traſsmörtel, der aus 3 Theilen Lütticher Steinkalch und zwey Theilen gut gemahlenem Traſs bestand, zum gesammten Mauerwerk dieser Schleuse gebraucht, das übrige Gemäuer mit einer Ziegelgattung von mittler Güte im Kreuzverbande wagrecht mit den Deckplanken aufgemauert, *) alsdann aber eine Bettung von zwey Stromlager gemacht; nämlich von harten Klinker. Ueber diese wurde der Traſsmörtel dünne gegossen, in welchen die aus Werkstücken bestehenden 19 Zoll dicken Schlagschwellen *e b*

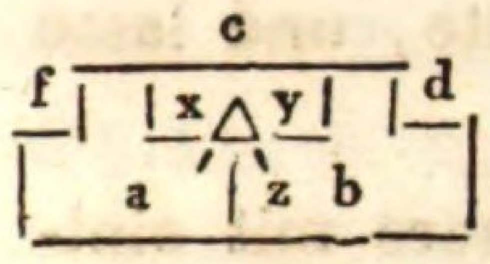
*) Alles Mauerwerk wurde nach aussen vertical aufgeführt, und die Strebepfeiler mit den Hauptmauern zugleich, welche erstern jedoch 2 Fuſs niedriger als die letztern gemacht sind.

und $h\,m$ (Fig. II.) gesetzt wurden. Dieselben reichen 2 Fuſs in die Seitenmauern und ihr Anschlag ist 10 Zoll hoch. Die verschiedenen Werkstücke, woraus die Drempel $n\,n$ bestehen, sind in einem Traſsbett gelegt, und mittelst kupfernen in Bley eingegossenen 10 Zoll langen Krampen untereinander verbunden. An jedes Ende der Schleuse ist eine 27 Schuh lange und 13 bis 16 Zoll starke, und aus drey Stücken ineinander gefugte Jochschwelle $p\,y$, von Werkstücken, dergestalt gelegt, daſs ihre obere Seiten mit den zwey Stromlagen der Mauern wagrecht laufen. Der Raum zwischen der Schlag- und Jochschwelle, wie auch zwischen den beyden Schlagschwellen der Fluth- und Ebbethore ward mit einer Roll-Lage der besten Klinker, in Traſsmörtel, gemauert. Dann wurden die Seitenmauern, worin die Umläufe kamen, mit 8 Zoll langen, 4 Zoll breiten und 2 Zoll dicken guten Ziegeln (mit Traſsmörtel) aufgeführt, wie es die Profile in Hinsicht der Dimensionen deutlich zeigen. So wie aber diese Mauern, die oben mit Werkstücken belegt sind, empor stiegen, wurde der hintere Raum zugleich mit Klayerde ausgefüllt. Endlich wurden die Thore, welche des Holz- oder Seewurms wegen bis zur täglichen Fluthhöhe mit Kupfer beschlagen sind, eingehangen; auch ward das Sturzbett s zwischen den Flügelmauern angelegt, welches aus einem Faschinenwerk, Verzäunungen und Steinen besteht. 23.) Das äussere Fluththor dieser Schleuse ist 19 Fuſs 3 Zoll hoch, und jeder Flügel 14 ½ Fuſs breit. Die Wendesäule oder der Drehständer ist 20 ½ Fuſs lang und stark $\left.\begin{matrix}11 \text{ bis } 16\\12 \text{ bis } 18\end{matrix}\right\}$ Zoll; er wurde auf 6 Zoll abgerundet. Die obern und untern Rahmstücke haben doppelte, die mittlern einfache Zapfen, durch welche drey ¾ zöllige eichene Nägel geschlagen sind. Alle Rahmstücke und Ständer müssen von aussen in einer Ebene liegen, damit die drey zöllige Thorheplankung darauf drey Zoll eingelassen werden könne, wie Fig. 8. 9 und 10. zeigen. Dieselbe wird nämlich mit 7 zölligen eisernen Nägel auf den Rahmen des Flügels befestigt. Waren die Thorflügel so vollendet, so wurden sie wohl getrocknet, mit Steinkoklen-Theer zweymal getheert, und die Fugen calfatert, dann aber mit warmem Pech übergossen, mit den Falsbändern und Zapfen versehen und eingehangen. Eben so wurden die übrigen Thorflügel gemacht. Die eisernen Stangen, welche an die kleinen Schütze kommen, sind 2 Zoll breit und ½ Zoll dick. 24.) Die Schleusenthore bestehen noch aus folgenden Theilen: a) Um die hintere und vordere Rahmstücke fest miteinander zu verbinden, wurden auf dieselben Fig. VIII. und XI. eiserne Bügel von 4 Schuh lang, auf jeder Seite gelegt, und mit drey, einen Zoll dicken, Nägeln befestigt. Sie waren 3 Zoll breit, ½ bis ¾ Zoll dick. b) Zur Verbindung mit dem untern Rahmstück dient an jeder Seite ein eiserner Winkelhacken, wovon ein jeder Arm 6 Fuſs lang, breit 3 und dick ½ Zoll war, und mit 5 groſsen Nägeln befestigt wurde. c) Auf den Mittelriegel c Fig. VIII. eines jeden Thors sind 4 doppelte Winkelhacken, 3 Fuſs lang und jeder Arm 1 ½ Fuſs, breit 3 Zoll und dick ½ Zoll, mit fünf eisernen Bolzen befestigt. d) In den äussern Ebbe-

thoren sind auf das untere Rahmstück und dem Mittelriegel, an der Stelle, wo die metallene Büchse liegt, und in welcher Fig. XI. das Drehthor steht, an jeder Seite, eine eiserne Platte von 3 Fuſs, breit 4 und dick $\frac{5}{8}$ Zoll, mit $\frac{5}{4}$ zölligen hupfernen Nägeln befestigt. e) Endlich kam noch an jedem Ende des Drehthors, an beyden Seiten, ein eiserner Winkelhacken, wovon jeder Arm 1 $\frac{1}{2}$ Fuſs lang, breit 2 und dick $\frac{3}{4}$ Zoll ist. Jeder ward mit drey $\frac{5}{4}$ zölligen eisernen Bolzen befestigt. 25.) An jedes Thor wurden in der Mauer zwey eiserne Thoranker oder Bänder *c e* u. *a s* Fig. XIII., die vorne mit einem Oehr versehen sind, worin eine geschmiedete Oehse, $\frac{5}{4}$ Zoll im Durchmesser, eingelegt ist. Diese Stangen sind 6 Fuſs lang und 2 Zoll im Viereck stark; am Ende und ungefähr in der Mitte mit einem viereckigen Loch *d* geschmiedet, um die Queerstangen *g* von 1 $\frac{1}{4}$ Zoll dick und 2 Fuſs lang, dadurch zu stecken. Um die Thorständer ist ein halb zirkelrundes eisernes Halsband gelegt, wornach die Wendesäule *a e* Fig. XI. in *b* abgerundet ist. Dasselbe ist hoch 5, dick 1 $\frac{1}{2}$ Zoll. An jedes Ende ist daran ein doppeltes Oehr *a e* geschmiedet, welches die Anker *c e* und *a f* fassen kann, und mit einem $\frac{5}{4}$ Zoll weiten Loche durchbohrt ist, um mit $\frac{5}{4}$ zölligen Bolzen an die Anker geschlossen werden zu können. Jeder untere convex geformte runde metallene Zapfen der Thorflügel *g h a* Fig. XII. steht in einer metallenen Pfanne *d c b e*, die einen convexen Boden *c b* hat. An dem Drehständer *z* eines Drehthors Fig. XI. sind überdies zwey metallene Pfannen, welche zwey Ribben haben, und die gleichfalls inwendig convex, in der Mitte einen, an den Enden $\frac{1}{2}$ Zoll dick sind, angebracht. Wie aber die kleinen Schütze in dem Thore angebracht, und die Ebbethore, so wie die Erdewinden — mittelst welchen und eines an einer Stange geknüpften Seils die Thore aufgewunden werden — construirt sind, dies zeigen die Figuren X., XIV und XV. 26.) Die beyden Flügelmauern gegen das Anfahren der Schiffe zü schützen, hat man vor jeder derselben, unter gleicher Vertheilung, 6 eichene Stützpfähle am Kopf 8 und 10 Zoll, und unten nicht weniger als 6 und 8 Zoll stark, so lang gemacht, daſs sie mit der obern Kante der Mauer gleich, und wenigstens 8 Fuſs in den Grund kommen, eingerammt. Vor diesen Pfählen sind eichene Gurtunghölzer *m n* Fig. IV. 6 und 12 Zoll stark gelegt, die von unten schief abgearbeitet, mit eisernen Bolzen an die Pfähle befestigt wurden. Und um die Stützpfähle gegen die Mauer anzuhalten, hat man in die Flügelmauern 3 eiserne Stäbe 1 $\frac{1}{2}$ Zoll stark und lang 4 $\frac{1}{2}$ Fuſs eingemauert; an das Ende dieser Stäbe ein Viereck geschmiedet, wodurch ein 1 Zoll dicker Splieſs gesteckt ward. 27.) Zum Schutz der inneren Flügelmauern ist unterhalb *A* Fig. IV. eine horizontal liegende Holzwand auf zwey, vermittelst eiserner Stangen an die Mauern vertical angebrachten Hölzer, genagelt worden.

§. 194. *Die Construction der hölzernen Schleusen anbetreffend:* so werde ich davon nur in der Kürze handeln dürfen. Da ihr Grundbau mit dem der massiven Schleusen vieles gemein hat, wiewohl er nicht so stark gemacht werden darf, weil

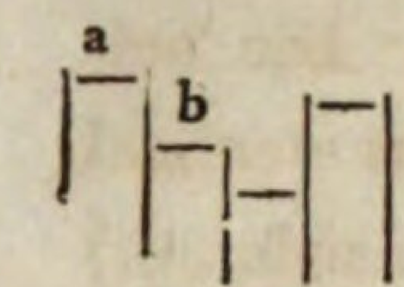
auf ihn nur leichte Holzwände ruhen. Für dessen Dichtigkeit muſs indessen, wo der Grund es nothwendig macht, mit Spundwänden und Grundpfählen gesorgt werden. Auch muſs man auf lockern Boden die Rostfelder, mit guten Ziegeln und Cement, *ausmauern*, dann einen Balken und darüber einen Plankenboden legen; wenigstens ist der letzte immer nothwendig. Selten mag man sich aber mit dem Ausstampfen der Rostfelder mit Thon und Erde und *blos einem* Plankenboden begnügen. Die Seitenwände dürfen kein Wasser durchlassen; es müssen dieselben daher aus vertical neben einander gestellten oder horizontal auf einander gelegten Balken (Fig. 1. Tab. 89.) bestehen. In diesem Falle erheischt jedoch die Solidität einer Schleuse, a) daſs die horizontal liegenden Hölzer 4 bis 6 Zoll dick und 12 bis 16 Zoll breit gemacht werden. Damit das Wasser zwischen den Fugen nicht eindringe: so schneide man aus



je zwo aneinander stoſsende Planken *a* und *b* die Felder *f* und *d* aus, und darin muſs eine 2 bis 3 Zoll starke Deckplanke *c*, welche mit zwey Zoll starken hölzernen Nägeln *x y* auf die Planken *a* und *b*, nachdem der Ausschnitt mit Pech begossen und die Fuge *z* calvatert ist, befestigt werden. Nachher wird der ganze Boden calfatert und mit warmen Theer übergossen. Ueber diesen aber kommen Queerschwellen zu liegen. Damit nun die stehenden Hölzer *c* Fig. 72. oder *ab* Fig. 53. (Tab. 89.) stets ihren verticalen Stand behalten: so muſs man entweder Anker *d d* Fig. 72. oder Krummhölzer *c c* Fig. 53. anbringen, welche letztere die Form der Schiffrumpfe haben mögen. Eine Maaſsregel, die, wiewohl nachahmungswerth, meines Wissens, nirgends als in Holland bey denjenigen Kammerschleusen, welche die Communicationen zwischen den hochliegenden Haupt-Canälen und den niedrig liegenden Binnen-Canälen ausmachen, und die von den Holländern *Verlaate* genannt, in Anwendung gekommen ist und Fig. 1. 2. 3. 51. 52. 53. und 54. (Tab. 89.) stellen eine solche Kammerschleuse aufs Genaueste dar. Auch die Seitenwände müssen calfatert und sowohl auswendig als inwendig mit Schiffstheer überstrichen werden, um der Fäulniſs zu widerstehen.

Solche *Hölzerne-Schleusen* bedürfen gewöhnlich nur drey Reihen Grundpfähle *g h i* Fig. 3 u. 54. Tab. 89.; in dem Fall, wenn der Boden mittelmäſsig feste ist, so sind drey Queerspundwände *A B C* Fig. 3. hinreichend, und man hat nicht nöthig, mit solchen Wänden die Schleuse zu umgeben. Wie aber der Schleusendrempel *K l m* gezimmert und mit den Queerschwellen verbunden wird, dies zeigen Fig. 52. und 53. Die Construction der Seitenwände ist in Fig. 1. dargestellt. Ist der Boden aber ein schlechter Baugrund, so müssen nicht nur mehrere Queerspundwände Fig. 72. *e f g h i* und *k* geschlagen werden, sondern der Schleusenboden mag aus einer einfachen, ja wohl gar doppelten Balkenwand *l m* bestehen; die Balken sind alsdann Queerschwellen, und haben zwischen sich einen 3 bis 4 Zoll dicken Plankenboden, der calfatert werden muſs. Ueberhaupt sind alle solche Planken- und Balkenböden, so wie die Seitenwände, welche an vertical dicht aneinander stehenden oder aus horizontal auf-

einander liegenden Hölzern gemacht werden, zu calfatern, und mit heifsem Schiffstheer zu überstreichen, damit die Fugen kein Wasser einnehmen, und das Holz der Fäulnifs widerstehe. Kurz der Schleusenkörper mufs so dicht als möglich gemacht werden; in welcher Hinsicht die bey *Emden* gebaute Spühl-Schleuse Fig. 70. 71. und 72. Tab. 89. ein wahres Muster abgiebt. Die horizontal liegenden Planken oder Balken sind auch zu diesem Behuf dergestalt aneinander zu stofsen, dafs sie keine durchlaufende Fuge machen, sondern die eine Planke *a* weiter als die nächst an sie stofsende *b* reicht.



§. 196. Die Anordnung der Schleusenthore und ihre Construction ist für den Bau der Schleusen sehr wichtig: ich will demnach hierüber Folgendes vortragen. 1) Jedes Schleusenthor mufs so stark seyn, dafs es dem Druck des Wassers widersteht. 2) Es werde so leicht als möglich geöffnet und geschlossen. 3) Es sey dichte, und lasse bey den Anschlagständern fast kein Wasser durch.

§. 197. Wenn man die Construction der vorhandenen Schleusenthore mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet, so fällt die dabey obwaltende Verschiedenheit sehr auf: an einigen hat man viele Queerstreben und Riegel angebracht, wo doch bey andern die erstern gänzlich fehlen und von den letztern nur wenige angetroffen werden *). Dafs dieselben unnöthig sind, zeigt also, selbst bey den gröfsten Schleusen, die Erfahrung! Aus dieser entstehen in Hinsicht der Stärke und Entfernung der zu den Schleusenthoren erforderlichen Baustücke, folgende Regeln. a) Die Wendesäule erhalte 14 Linien zum Durchmesser auf jeden Schuh, den der gesammte Flügel breit ist. b) Die Anschlagschwelle sey $\frac{1}{20}$ und der obere Riegel $\frac{1}{15}$, die übrigen Riegel $\frac{1}{10}$ kleiner. c) Diese letzten mögen, bey grofsen Schleusenthoren, auseinander stehen: der erste Riegel von der Anschlagschwelle 30 Zoll, und die übrigen Riegel, je nach der Gröfse des Flügels und der Austheilung der Riegelfelder, 6 bis 18 Zoll weiter auseinander; je näher die Felder dem obern Rahmstücke stehen, (wie dies das Schleusenthor von der Schleuse de la Barre zu Havre Fig. 63. Tab. 89. zeigt) desto gröfser sey der Abstand dieser Riegelhölzer. d) Da man den Schleusendrempeln $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ der Schleusenbreite zum Vorsprung giebt, so werden die zwo Anschlageständer dergestalt abgekantet, dafs sie genau aneinander passen, und nur mit einer kleinen Holzfläche sich berühren, damit die Thore leicht offen gehen. e) Dieses Abkanten mufs aber erst alsdann vollendet werden, wenn die Thore eingehangen sind. f) Das Gerippe eines Schleusenthores wird nach Aussen mit schräge stehenden Bohlen, die mit der Wendesäule einen Winkel von 39 Grad machen, beschlagen. Dieselben haben je nach der Gröfse des Schleusenthores eine Dicke von 1 bis 2 $\frac{1}{4}$ Zoll. Sie müssen in das Gerippe etwas eingelassen, und ihre Fugen gut calfatert

*) Bey mehreren Schleusenthoren sind die Streben sogar auf die Riegel gesetzt, wodurch das Thor vorne übersackt. Eine Construction, die Fig. 64. Tab. 89. zeigt. Eben so nachtheilig ist das Holzgerippe der Thore an der Muyder-Schleuse gemacht.

werden. g) Die hölzernen Nägel, welche man zu den Schleusenthoren gebraucht, werden in Schiffspech eingetaucht, in Oel gesotten oder mit in Oel getränktes Werch umwickelt, damit sie kein Wasser durchlassen. Die Bekleidung sehr grofser Thore wird auch wohl aus doppelten Planken gemacht, wo denn die obern, aber etwas schwächern, die Fugen der untern bedecken. Beyde müssen jedoch gut getheert seyn *), und zwischen die zwo Decken wird Moos oder Werch gelegt, wozu man auch in Oel getauchte Baumwolle gebrauchen könnte. Da die hölzernen Schleusenthore aller Art binnen 40 Jahren wieder erneuert werden müssen, weil sie der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzt sind, so könnten sie wohl von Eisenblech, welches mit heisser Oelfarbe getränkt werden müfste, gemacht werden, und die Anschlagständer, so wie die Wendesäulen mögen aus hohl von Eisen gegossenen Körpern bestehen. Insbesondere wird dieser Vorschlag überall, wo der das Holz zernagende Bohrwurm ist, zur Ausführung gebracht werden können, wenn man die Stärke aller Stücke so schwach als möglich macht, worüber Versuche entscheiden müfsten.

§. 197. Zur Stabilität und zum leichten Oeffnen und Verschliefsen der Schleusenthore mufs man so viel als möglich ihre Last auf den Zapfen der Wendesäule zu bringen suchen. Diese Absicht wird bey kleinen Schleusenthoren erreicht, wenn man denselben Drehbäume giebt, wie an den Schleusen der Canäle von Languedoc und Bourgogne Tab. 77. Fig. IV. V. VI. und IX. geschehen ist, und deren über die Wendesäule hinausliegendes Ende um die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ die Breite des Thores übertreffen mag. Eine Einrichtung, welche daher fast bey allen Canalschleusen die vortheilhafteste ist. Bey grofsen Schleusenthoren bedient man sich zu diesem Behuf zweyer an dem Anschlageständer und der Wendesäule angebrachter eisernen 3 Zoll starker Zugstreben *a i* Fig. 9. und 63. Tab. 89. Dieselben verhindern zugleich das Uebersacken des Thores. Laufrollen *p* Fig. 9., die aus Metall bestehen und kugelrund, nicht aber walzenförmig, 3 bis 5 Zoll dick gemacht werden, um sich besser zu wenden, gehen auf metallene auf den Schleusenboden befetsigte Quadranten; sie werden bey den grofsen Thoren angebracht. Die Solidität des Thores und das leichte Manöver wird auch durch die Anbringung einer gezahnten Stange *a b* Fig. 38. Tab. 89., die durch ein Getriebe fortgeschoben wird, befördert; sie wird bey grofsen Schleusen die besten Dienste leisten.

§. 198. Soll nun ein Thor die ihm anfänglich gegebene Richtung nicht verlieren, so leicht als möglich geschlossen und geöffnet werden, und sollen die Anschlageständer dicht an einander schliefsen; so müssen letztere, so wie die Wendesäulen vollkommen vertical stehen: die Flächen des vorden Thorständers oder der Anschlagssäulen des Thorgebäudes von dem einen Flügel mufs die Fläche des andern Flügels so wenig als möglich berühren und die Pfanne, so wie den Zapfen, worauf die Wen-

*) Der ausserhalb dem Wasser stehende Theil des Thores wird zuweilen mit kochendem Oel angestrichen. Alle drey Jahre müssen die Thore und das Holzwerk einer Schleuse von neuem angestrichen werden, wenn es 20 bis 40 Jahre brauchbar bleiben soll.

desäule ruht, müssen mit polirten 2 bis 6 Linien starken Stahlplatten sich einander berühren, um die Reibung und Abnutzung zu vermindern. Es ist daher eine nie zu verabsäumende praktische Vorsicht, dafs man blos die mit ihrer Armatur versehene Wendesäule auf diejenige Stelle, welche sie einnehmen soll, einpasse, bevor sie mit dem übrigen Holzwerk des Flügels verbunden wird. Der Mittelpunkt der Pfanne mufs also mit dem Mittelpunkt des Halses der Wendesäule in eine Vertical-Linie fallen. Diesen verticalen Stand mufs die Wendesäule stets behalten, weil sonst der Flügel sich überneigen würde. Sie mufs daher sowohl oben als unten dergestalt befestigt werden, dafs sie nicht übersacke, d. i. aus dem verticalen Stand komme. Unten endigt die Wendesäule mit einem Zapfen, der zu $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ ihrer Stärke dick sey; dessen Länge betrage $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ seiner Breite, öfters auch mehr! Bey kleinen Schleusen mag die Pfanne und der Zapfenbeschlag aus Eisen bestehen, bey grofsen Schleusen aus $\frac{1}{12}$ Zinn, und $\frac{11}{12}$ gutem Kupfer, und mit Stahl-Platten versehen verden. Ob bis jetzt der Vorschlag des Generals *Lavasseur:* 12 Theil Zinn und 100 Theil Kupfer zusammen zu schmelzen, woraus eine sehr compacte Masse entstehen soll, angewendet wurde, ist mir unbekannt!

Wie man dergleichen mit Blätter versehene Zapfen und Pfannen, und wie man die Wendesäule mit dem Zapfen verbindet, dies zeigen folgende Figuren: 4. 5. 6. 12. 14. 17. Tab. 89. XI. XII. XVI. XVII. Tab. 77. und Fig. XII. Tab. 78. Zum verticalen Stand der Wendesäule wird sie, oberhalb des Rahmstücks, mit einem metallenen Thorbande umgeben, dessen Dicke 1 $\frac{1}{3}$ bis 3 Zoll, und dessen Höhe 6 bis 12 Zoll, je nach der Gröfse des Flügels, beträgt. Damit aber die Reibung des Halses der Wendesäule, welcher in ihr eingeschnitten wird, an dem Halsbande so geringe als möglich sey, so wird dieser Hals, auf 3 Zoll Abstand, mit metallenen oder eisernen Schienen belegt und das Thorband an der innern Seite etwas convex geformt. Begreiflich mufs dieses Halsband aber unverrückbar seyn, folglich Anker *a h* und *b g* Fig. 13. Tab. 89. haben, welche in die Schleusenmauern hineingehen, damit sie unverrückbar fest liegen. Um den Thorflügel, so oft es nöthg ist, abzunehmen, ohne die Anker *d h* und *b g* Fig. 13. Tab. 89. zu bewegen, so mufs das Halsband in *a* und *b* Wirbelknöpfe erhalten, oder aus zwo zusammen zu schraubenden Halb-Ringen bestehen. Dieser Ursache wegen sind die sich in einem Punkte vereinigten Anker Tab. 77. Fig. X. und XIV., welche das Halsband entbehrlich machen, nicht so gut, zumal sie die Wendesäule schwächen. Bey Schleusenthoren von mittlerer oder geringer Gröfse, sind zwey solche Zugstangen oder Anker Fig. 13. Tab. 78. und 89. zur Haltung eines Thorflügels hinreichend, die eine Länge von 3 bis 6 Schuh haben. Bey den grofsen Schleusen bedarf man hingegen drey Anker Fig. 75. Tab. 89.; diese sind bey der Schleuse de la communication zu Havre gebraucht. Sie mögen gegen die Wendesäule zu etwas höher als am Ende liegen, damit sie um so weniger sich biegen. Dafs sie übrigens mit aller möglichen Sorgfalt gelegt werden müssen, versteht sich von

selbst. Andere Anker hat man wie Fig. 68. gemacht, und ihnen eine Länge von 16 Schuh und darüber gegeben; welche Länge unnöthig und übertrieben ist.

Bey den Schleusen auf dem Canal von *St. Quentin* fällt der Mittelpunkt der *unter* der Wendesäule des Schleusenthores stehenden Zapfens nicht in die Vertical-Linie der Axe dieser Wendesäule, sondern zwey Zoll davon entfernt und zwar mehr vorwärts. Da sich also (beym Oeffnen der Schleusenthore) die Wendesäule unterhalb von der Mauer-Rundung, worin sie sich bewegt, entfernt: so wird die Reibung, welche bey den gewöhnlichen Schleusenthoren durch das Hinstreichen der Wendesäule längs der Mauer entsteht, vermieden. Die inwendig cylindrisch und auswendig achteckig von Eisen gegossene Pfanne *ff* Fig. 10. Tab. 103. weicht demnach von der Mitte des Queerschnittes der Wendesäule um zwey Zoll ab. Der eiserne Zapfen *d e b* besteht aus drey Stücken: nämlich aus dem unten mittelst einer Schraube *a* auf dem Schleusenboden angeschraubten, oberhalb einen Cylinder bildenden Mittelstück *e*, dessen Oberfläche einen Kugel-Ausschnitt bildet; ferner aus den zwo eisernen Platten *d* und *b*; wenn die untern Theile der Pfanne auf diese Stücke aufliegen: so hat die Pfanne mit dem Zapfen drey Berührungsflächen, 1. 2. 3., welches sich ereignet, sobald die obere Berührungsflächen bey 2. abgeschliffen sind. In den ersten Jahren trägt nämlich diese Oberfläche des Zapfens allein die Last des Thorflügels. 1) Diese Berührungs-Flächen in beyden, den Zapfen und der Pfanne, bestehen aus gut polirtem Stahl; diese letztere bildet in dem Auflager 2. einen verkehrten Kugel-Ausschnitt. Die Wendesäule *A* ist, um ihre Fasern zusammenzuhalten, am untern Ende mit einem eisernen Ringe *c* beschlagen.

Diese Vorrichtung verdient, so weit es die Pfanne und den Zapfen betrifft, nachgeahmt zu werden, weil sie eine leichte Bewegung der Schleusenthore zuläſst. Indessen wird es nicht rathsam seyn: den Mittelpunkt der Pfanne und des Zapfens, ausser der Verticallinie der Axe von der Wendesäule zu legen, wiewohl die Bewegung des Thorflügels dadurch erleichtert ist: weil der Zapfen sowohl als der Mittelpunkt der Pfanne einen ungleichen, etwas schiefen Druck, erhält, folglich beydes früher abgenutzt wird, und weil die Thorkammern in den Seitenwänden der Schleusen, nicht horizontal eingeschnitten werden dürfen, da die so geöffneten Thorflügel gegen den Horizont, nach der Axe zu, gesenkt stehen werden. Uebrigens wird man ohne dieses Hülfsmittel die schwersten Thorflügel, vermittelst der Fig. 38. Tab. 89. angedeuteten gezahnten Stange *a b*, leicht öffnen und denselben eine groſse Stabilität geben; bey den Canalschleusen verdient aber, in dieser Hinsicht, die mit dem Drehbaum *y* Fig. IV. Tab. 77. den Vorzug, und sie ist fast bey allen Schleusen der Art angewendet worden.

§. 200. Die Zusammenfügung des Gerippes eines Thorflügels anbetreffend: so ist es bey kleinen Flügeln hinreichend, wenn das obere Rahmstück und die Schlagschwelle mit der Wendesäule und dem Anschlag-Ständer, mittelst eiserner, durch

schrauben befestigter Winkelbänder verbunden werden. Große Flügel hingegen erfordern schon mehrere Vorsicht, und dabey mag man die in Fig. 9. Tab. 89. vorgestellten Bänder *e f* anbringen und mit Schrauben, die immer den Kopfnägeln vorzuziehen sind, befestigen. Uebrigens müssen die Riegel nicht tief in die zwo Ständer eingelassen werden, um diese nicht zu schwächen. Die Eisenbeschläge mögen 2 bis 4½ Zoll hoch und 3½ bis 12 Linien dick seyn. Ehe man dieselben anbringt, müssen sie warm gemacht, und mit Leinöl bestrichen werden. Das Holzwerk muſs aber zuvor gut getheert seyn.

§. 201. Die in die Thorflügel kommenden Aufziehschütze müssen so breit und niedrig als möglich gemacht werden, um den dadurch stürzenden Strom nicht zu hoch fallen zu lassen, und die Schleusensohle, so wie den Vorboden vom Schlamme rein zu halten. Das Schützbrett muſs in hinreichend groſsen Falzen gehen, auch an die Beplankung des Thorflügels nicht anstreifen. Wird in jedem Flügel ein Schütz angebracht: so ist es gut, die Oeffnung den Anschlageständern nahe zu legen, um den durchfallenden Strom mehr auf die Mitte der Schleusensohle als an die Schleusenwände zu leiten. Dies Oeffnungs-Manöver solcher Schütze kann mit einem Hebel, der Schraube, der Hebelade oder mit einer durch ein Getriebe in Bewegung zu setzenden gezahnten Stange bewirkt werden.

§. 202. Zur Dauer einer jeden Schleuse trägt die Construction des *Schleusendrempels* wesentlich bey. Es muſs daher das Fundament desselben aufs sorgfältigste gemacht, fast immer aus einem Pfahlgrunde bestehen, und dessen Theile müssen gut untereinander verbunden werden. Bauet man die Schleusen von Holz: so muſs, bey schlechtem Baugrunde unter dem Drempel Fig. 57., ein Holzverband und eine Spundwand Fig. 60. und 61., so wie eine Gründung von Rammpfählen statt finden; bey mittelmäſsigem Boden mag man die in Fig. 52. und 53. dargestellte Construction wählen. Besser ist es jedoch: den Drempel aus Steinen oder Eisenplatten bestehen zu lassen, vorzüglich da, wo der Pfahlwurm sich eingefunden hat. Uebrigens sind in den zu diesem Bande gehörigen Kupfer die merkwürdigsten Schleusendrempel und Schleusenthore, nebst ihrem Zubehör, gezeichnet worden, so daſs der Ingenieur, bey ihrer Anlage, sich daraus Raths erholen kann. Er wird sich daher bey ähnlichen Fällen, mit einigem Genie, ohne welches er nie wichtige Werke der Art tadellos aufzuführen im Stande seyn wird, zu helfen wissen.

SECHSTES KAPITEL.

Beschreibung der merkwürdigsten Schleusen.

§. 203.

Zu den beſsten schleusen können mit recht die zu Havre, nach den Planen des verstorbenen Ingenieurs *Lamblardie*, erbaueten zwey neuesten schleusen gezählt werdeu. Die eine heiſst *écluse de la Barre* und die andere *écluse de communication.* Die Lage beyder schleusen ist auf der 59sten Kupfertafel angegeben. Sie dienen, um während der Ebbe in den Bassins das wasser zu der für die Flotthaltung der schiffe erforderlichen Höhe aufzustauen. Die erstere dient überdies zur spühlung des vorhafens und hat daher an beyden seiten der mit einem stemmthore verschlossenen 36 schuh breit seyenden Hauptöffnung, zwey, zwölf schuh weite, Nebenöffnungen, welche jede ein Drehthor, und zur sicherheit überdies ein Aufziehschütz hat. Was ihre construction anbetrifft, so ist dieselbe bey beyden schleusen gleich. Ich will daher, um die Kupfer nicht zu häufen, nur die *vereinigungs-schleuse* Tab. 69. 70 u. 71. beschreiben. Ihre Benennung hat sie erhalten, indem sie das Bassin von *Ingouville* mit dem *Alten-Bassin* vereinigt, und die schiffe aus dem einen in das andere passiren läſst. Sie erhält ferner in dem ersten Bassin das wasser zu der gehörigen Höhe, wenn gleich das zweyte Bassin niedrig steht, und dessen wasser durch eine andere schleuse (*r* Tab. 59.) während der Ebbe, abläuft. Die vereinigungs-schleuse hat bey dem Drempel *d f e* (Fig. 7. Tab. 70.) eine weite von 36 schuh; ihre gesammte Länge beträgt 150 Fuſs. Der vorsprung des Drempels ist $\frac{1}{6}$ der Oeffnung *d e.* Die aus Bruchsteinen und werkstücken bestehenden schleusenmauern, haben vier Fuſs über den schleusenboden, eine Dicke von 14 schuh, und oben von 9 bis 11 schuh; ihre schräge oder ihre Böschung ist $\frac{1}{9}$ der Höhe. Weil der natürliche Boden ziemlich gut ist, so hat man die schleuse blos auf einen Balkenrost Fig. 2. gegründet, worin die Balken auf $2\frac{1}{2}$ schuh Abstand gelegt sind; rund um denselben aber eine spundwand geschlagen. Die schleusensohle besteht aus einem 6 schuh dicken werkstück-Gemäuer Fig. 11. Tab. 71. *) Da die schleuse manches Eigenthümliches hat,

*) Die über diese Schleuse führende Aufwindebrücke, welche in die Oeffnungen 12. 12. mit den zwey Enden herunter geht, soll im folgenden Bande, wo der bey Canälen vorkommende Brückenbau abgehandelt wird, beschrieben werden.

so will ich zugleich das Wesentlichste des Baues, wie er nach denen von mir darüber an Ort und Stelle im Jahre 1800 gesammelten Nachrichten geführt worden ist, erklären, und deswegen drey Kupfer dazu widmen. In Frankreich hatte man schon längstens die Pfahlroste, bey mittelmäfsigem Boden, als überflüssig betrachtet, und der Ingenieur Lamblardie machte daher den Vorschlag: beyde genannte Schleusen mit einer Spundwand zu umgeben und sie nur auf einen Balkenrost zu legen. Das Terrain war indessen hierzu nicht ganz günstig, denn es mufste, wie Tab. 59. zeigt, ein Theil der Vereinigungs - Schleuse in dem alten Festungsgraben selbst angelegt werden, welcher den Eintritt von Quellwasser voraus sehen liefs.

Der Bau ward mit der Absteckung und Aushebung der Schleusengrube Tab. 69., und mit der Aufführung des das Wasser abhaltenden Dammes *o p*, welcher auch nebst der Laufbrücke *u u* zur Beyschaffung der Baumaterialien diente, gemacht. Insofern gegen dem alten Bassin zu eine feste Erdmasse stand, so war von dorther das Eindringen des Wassers nicht zu befürchten, und über die ausgeworfene Baugrube ward eine andere Laufbrücke gelegt. Beyde Laufbrücken sind im Profil in Fig. 8. Tab. 71. angedeutet, und darauf stehen die zwey Hebmaschinen. Zur Einschlagung der Spundwände *l l*, *m m* u. s. w. Tab. 69., womit der Anfang gemacht wurde, nachdem die Schleusengrube ausgehoben war, diente das in *k k* im Grundrifs dargestellte mit Brettern belegte Gerüste, indem darauf anfänglich die Rammen standen, von denen einige auch ausserhalb und in der Schleusengrube gestellt wurden. Als die Hauptspundwand *m*, *l* fertig, und die den Kay *g p*, welcher dicht an die Schleuse stöfst, begrenzende Spundwände angefangen waren, umfafste man zugleich die sich eingestellten Quellen *c* und *t* mit Dammplanken, und schöpfte das Wasser mit Paternosterwerken und Tonnenschnecken aus. Das in der Schleusengrube sich gesammelte Wasser wurde aber in die Rinne *l n b* gegossen, woraus es bey *a* in den alten Festungsgraben flofs.

Jetzt wurden die Ramm - Maschinen weggebracht, die Grube vollkommen horizontal geebnet und tüchtig ausgestampft, wozu man, wenn ich recht berichtet bin, auch Mauerschutt verwendete. Da die gesammte Schleuse wegen der Trockenhaltung in zweyen Abtheilungen gebaut wurde, so umschlossen die ersten Spundwände den Körper der eigentlichen Schleuse Fig. 2. Tab. 70., und die Reihen 15 und 17, die zwey Strebepfeiler Fig. 11. Tab. 71. Die andern Wände liefen längs dem Schleusencanal *c* Fig. 6. Tab. 70. hin, wie es die punctirten Linien zeigen. Nach Umgebung der ersten Bauabtheilung Fig. 2. 3. 4 u. 5., mit einer Spundwand, und als der Boden fest gestampft und geebnet war, wurde der Balkenrost so gelegt, wie es Fig. 2. zeigt. Darauf kam der Deckboden Fig. 3. zu liegen, der aus mehreren Planken bestand, als in der Zeichnung angegeben sind, den man calfaterte und mit warmem Schiffstheer begofs. Zum bequemen Herunterlassen der Baumaterialien dienten die liegenden Gerüste *k k*, welche in den verschiedenen Horizontalschnitten und einigen Profilen

dieser Kupfer, dargestellt sind; Zeichnungen, die der wifsbegierige Leser mit einander vergleichen wird. Das merkwürdigste an der Construction der Mauern besteht in der Art, nach welcher die Werkstücke des Schleusenbodens geformt und gelegt worden sind. Es ward nämlich die erste Schicht Steine dergestalt gelegt, dafs die Reihen 4, 6 u. s. w. Fig. 4. Tab. 70., neun bis zwölf Zoll tiefer zu liegen kamen, als die Reihen 5, 7 u. s. w. Eine Construction, die aus den Figuren 8, 9 und 10. Tab. 71. recht deutlich wird, und die bey Errichtung von Leuchtthürmen und Hafendämmen, Ueberlafs- und Durchlafswehren, noch vortrefflicher als bey solchen Schleusen, die dem strömenden Wasser nicht blosgestellt sind, ist; weil sie jede horizontale Verschiebung der Steinlagen fast unmöglich macht. Damit aber die schweren Seitenmauern nicht zu stark auf den Rost drücken, und den Schleusenboden nicht heben sollten, so wurde in diesem die obere Steinschicht aus Gewölbsteinen Fig. 11 u. 12. gemacht; welche Vorsicht jedoch die Aufbiegung des Schleusenbodens nicht ganz verhinderte. Eine Vorsicht anderer Art und die das Aufheben des massiven Schleusenbodens, welches etwa von dem Senken der Seitenmauern, indem dieselben nicht auf einem Pfahl- sondern nur auf einem Balkenrost ruheten, entstehen könnte, gänzlich zu verhindern, bestand darin: dafs man über diesem Schleusenboden einen hölzernen Kasten (Fig. 9. Tab. 71.) errichtete, und denselben mit Steinen füllte. Er stand auf eine solche Entfernung von den Schleusenwänden, dafs an denselben noch ohne Beschränkung des Raums gearbeitet werden konnte. Wie nun der Bau der eigentlichen Schleusen-Durchfahrt, dessen obere Steinlagen Fig. 5. Tab. 70. zeigt, vollendet war, wurden in die Mauerfalzen, welche in Tab. 69 mit Puncten angegeben sind, zwey Balkenwände gelegt (Fig. 9 und 10. Tab. 71.), und der Zwischenraum E mit guter Erde ausgestampft, damit die Baugrube von dem Wasser des damahls ausgehobenen Bassins von *Ingouville*, in die Schleuse nicht eintrat, und die Seitenwände bis zum alten Bassin aufgemauert werden konnten.

§. 104. Dieses Gesagte wird hinreichend seyn, mit Hülfe der verschiedenen, allenfalls aufeinander zu klebenden genauen Horizontalschnitte und der Verticalschnitte, welche die Arbeiten, so wie die Stellung der Hebmaschinen deutlich zeigen — das wesentliche der Construction und des Baues von dieser Schleuse zu verstehen; und ich bemerke: dafs die von dem Bassin de la Barre angelegte Schleuse einen dieser Construction ähnlichen Schleusenboden erhalten hat. Da sie aber zugleich zur Spühlung des Vorhafens (Tab. 59.) dient: so gab man ihr, ausser der grofsen Oeffnung, noch zwey Seitenöffnungen, jede zu 12′ weit, worin ein Drehthor und Aufziehschütz angebracht sind; die erstern dienen zur Spühlung, und die zweyten zum sichern Zurückhalten des für die Stationirung der Schiffe im Bassin, während den Ebben, erforderlichen Wassers. Diese Schleuse ist in *Schulz* Beyträgen zur hydraulischen Architektur S. 64. beschrieben, und auch in *Krafft's* Plans etc. de l'art de la Charpente, durch Kupfer dargestellt. Als ich (1800) *Havre* besuchte, waren die

Thore noch nicht eingehangen; ein Thorflügel sollte nach der 9. Figur Tab. 89. construirt werden! Herr *Schulz* giebt davon eine andere Zeichnung und in *Kraffts* Sammlung steht wieder eine andere.

§. 205. In *Havre* liegt auch die unter *Colbert* von *Vauban* erbaute grofse Schleuse des Alten-Bassins (s. bey R auf Tab. 59.), deren von *Cessart* (1777) bewirkte sinnreiche Ausbesserung ich aus dessen „déscription des travaux hydrauliques" entlehnen zu müssen für sehr nützlich erachte, da sie bey ähnlichen Fällen nachgeahmt, oder doch zum Theil benutzt werden kann. Die Thore der grofsen Bassin-Schleuse, deren Oeffnung 40′ beträgt, waren im Jahr 1774 schadhaft und es mufsten neue eingesetzt werden. Da von dem Fluththore die Aufstauung des Alten-Bassins, folglich das Flotthalten der Schiffe abhieng, so wurde nicht nur diese Arbeit übereilt, sondern man liefs gleich anfänglich vor dem neuen Thore, eine 18 Schuh hohe, 10500 Cubik-Klafter messende Wassermasse stehen. Das sehr trockene Holz der Thorflügel dehnte sich nach der Breite stark aus, welche sich 3 bis 4 Zoll von den Anschlagschwellen (heurtoirs) entfernten. Durch diese Oeffnung drückte die 18′ hohe Wassermasse mit einer solchen Kraft, dafs sie den Boden (radier) unter dem Thor und endlich den Drempel (busc) hob, die Thorbänder (colliers) und die Ständerpfannen (crapaudines) zerbrach und 30 Cubik-Klafter Mauerwerk, von den Seitenwänden (bajoyers) zerstörte; selbst die im Bassin liegenden Schiffe wurden von der Wirkung des Durchzuges dieses syphonartigen Strahls, dergestalt gegen ihre Anbindepfähle geworfen, dafs diese zerbrachen.

Bey der Ausbesserung dieser wichtigen Beschädigungen war der sonst für die Schifffahrt vortheilhafte Umstand, dafs die Fluthperiode in Havre zwey Stunden länger als in den übrigen Häfen am Canal anhält, nachtheilig, weil derselbe die tägliche Arbeit um diese zwo Stunden verkürzte, und so glaubte der Director von den Fortificationen zu Havre (damals war dem Militär-Ingenieur-Korps auch zu Havre der Schleusen- und Hafenbau anvertraut), die Ausbesserungen in einem Zeitraume von drey Jahren mit 160,000 Livres zu bewerkstelligen. Der Generaldirektor des Brücken- und Strafsenbaues *Trudaine de Montigny* fand aber diese Arbeiten für das Ingenieur-Korps des Brücken- und Wegbaues, die sich mit den Arbeiten in den übrigen Häfen so sehr ausgezeichnet hatten, geeignet, und indem durch den Aufenthalt von drey Jahren der Handelsstand seinen Verlust auf mehrere Millionen berechnete: so wurden der Generalinspector *Dubois* und der Oberingenieur *Cessart* den 26. July 1770 nach Havre abgeschickt, um die Localplane in Empfang zu nehmen. Mit ihnen reiseten die Ingenieurs *Gallot* und *Montfeu*, welchen letztern ich in *Dijon* (1800) besucht habe, der mich mit vieler Güte aufgenommen hat und viele Kenntnisse besitzt. Man fing die Arbeit mit Wegräumung der eingestürzten Steine u. s. w. an, und hob den gänglich beschädigten Theil des Holzzweckes heraus. Cessart untersuchte jetzt, nach Ausschöpfung des Wassers, den Schleusenboden, den er aus doppelten Rosten beste-

hend, fand. Pfähle einzurammen war also nicht möglich, den Schleusenboden ganz aufzunehmen würde die Abtragung der Seitenmauern und sehr kostbare lange Zeit andauernde Arbeiten nothwendig gemacht haben; Cessart entschloſs sich daher den Schleusenboden auszubessern, und die neuen Theile sowohl als die alten, so weit die Beschädigung des Bodens ging, vermittelst Holzschrauben, deren Windungen 0 bis 10 Zoll Länge hatten, auf die Grundschwellen (racinaux) des alten Rostes herab und fest zu biegen. Man hatte mit einem gewöhnlichen Holzbohrer diesen Holzschrauben vorgebohrt, und ihren Kopf viereckig gemacht, worauf ein 15 Fuſs langer und aufwärts gebogener Schraubenschlüssel paſste. So wurden sie auf 3 Fuſs Abstand angebracht, die Rostfelder vorher mit Ziegel und Cement ausgemauert, die Seitenmauern ausgebessert, die Thorflügel nachgeholfen, und ein neuer Drempel, mit eben solchen Schrauben, auf die Grundschwellen befestigt. Die Arbeiten wurden in vier Monathen mit 45000 Livres vollzogen. Aus Vorsicht lieſs man anfänglich vor dem Schleusenthor das Bassin um 9 Fuſs, später aber 18 Fuſs hoch mit Wasser an, und bis jetzt hat diese Schleuse dem Druck der Wassermasse vollkommen widerstanden.

§. 206. Von den Auswässerungs-Schleusen, die zugleich Seeschleusen sind, ist diejenige, welche im Jahre 1735 bey *Lutje-Schaardam* in *Nordholland* (Tab. 44.) zwischen der *Oudendyker-Vaart* und der *Südersee* erbauet ward, eine der merkwürdigsten. Sie wird *den Hoorn* (Tab. 72. und 75.) genannt, hat eine Weite von 21 Fuſs 11 Zoll, und ihre Flur liegt 95 Zoll unter der gewöhnlichen Fluth *). Sie hat drey Stemmthore, nämlich zwey Fluththore *K i*, und ein Ebbethor *l* Fig. 3. Das letztere hat zehn, das Fluththor *k* 12 und das Sturmthor *i* 14½ Schuh Höhe. Der Vorsprung des Drempels Fig. 5. Tab. 75. beträgt ⅙ der Schleusenweite. Sechs Dammplankenwände gehen in der Queere der Schleuse durch, wovon die Planken 14 Zoll breit, 5 Zoll dick und 15 bis 26 Fuſs lang sind. Diese Schleuse ruht fast auf zwey tausend Grundpfählen, die 8 Zoll bis 2 Schuh von einander entfernt, und 26 Schuh in den Grund stehen. Auf dieselben ist ein 4 Zoll dicker Plankenboden gelegt, über welchen Queerschwellen *a* oder *e* Fig. 3. Tab. 72., eine an die andere, liegen, die mit einer Plankendecke überlegt sind. Alle drey Decken sind gut calfatert. Darüber hat man die Rostschwellen *g* gelegt, zwischen welchen die Felder *f* ausgemauert sind. Diese Schleuse ist auch wegen der guten Ausführung des Ziegelgemäuers merkwürdig, wiewohl die Seitenwände 21 Schuh hoch sind, und die Fluth oftmals 10 Schuh hoch vor den Sturmthoren gestanden hat: so haben sie doch nur

*) Auf Tab. 72. sind davon a) der Längendurchschnitt, b) die perspectivische Ansicht Fig. 3. von der Landseite, c) die von der Seeseite in Fig. 2. vorgestellte Tab. 75. Fig. 5. stellt einige Lagen des Grundbaues dar. Die in diesen Zeichnungen gesetzten Buchstaben erläutern die Construction; und ich bemerke nur, daſs die zweyte Ansicht einen Queerbalken zeigt, welcher den kleinen Schiffen den Durchgang versagt.

im Fundament 7 und auf der Oberfläche 6 Schuh zur Dicke. Der hölzerne Drempel ist gegen den Pfahlwurm mit Kupfer beschlagen, und die Schleusenthore sind ohne Queerstreben gelassen, welche man sonst für nöthig gehalten hat, die aber sehr überflüssig sind.

Die *Schleuse von Slykens*, nahe bey *Ostende*, ist eine der gröſsten und kostbarsten in Europa *). Sie soll dazu dienen 1) den nach Brügge führenden Canal zu einer für die Schifffahrt nöthigen Höhe zu halten; 2) dessen überflüssiges Wasser abzulassen; 3) den Eintritt der Fluth in diesen Canal zu verhindern; 4) die Schiffe während den Fluthperioden aus dem Brugger Canal in den Hafen von Ostende oder von diesem in jenen zu schleusen, und 5) die Hafenstraſse von Ostende zu spühlen, d. i. tief zu erhalten. Die vier ersten Absichten sind mit ihr vollkommen erreicht, nicht aber die letzte: denn sie ist viel zu weit von der Hafenstraste entfernt, als daſs sie dieselbe, mittelst des Spühlstromes, rein halten, vielweniger vertiefen könnte. Ehe ich nun beschreibe, wie diese Schleuse construirt ist, will ich der ältern Schleuse, die nicht weit von der jetzigen stand, erwähnen. Dieselbe war von dem Ingenieur *Dubiais*, welcher auch die Schleuse von *Bousingen* gemacht hat, bey dem Fort *St. Philippe* bey *t z* Tab. 62. i. J. 1740 erbauet und die *Belidor* beschrieben hat. Sie hatte, wie die jetzige Schleuse, drey Oeffnungen. Eine diente zur Durchfahrt der groſsen Canalschiffe von 250 Tonnen; die andere zum Durchschleusen kleiner Schiffe, (Belanders) und die dritte enthielt eine Spühlschleuse. Sie war aber zu leicht fundirt, indem weder die Seiten, die Mittelwände noch der Schleusenboden auf einen Pfahlrost gegründet waren, wiewohl der Boden aus Triebsand bestand; ja es waren nicht einmal die Felder des Rostes mit Mauerwerk, sondern blos mit Thon ausgefüllt. Kein Wunder also! wenn die Mittelwände, zwölf Jahre nach ihrer Erbauung, einstürzen, und von den Seitenwänden nur ein Stück geblieben ist.

§. 206. Die jetzige Schleuse wurde des bessern Grundes wegen 300 Klafter von der alten, deren Seitenwände zur Etablirung von Fangedämmen dienten, wozu man einen Theil des Forts Philippe verwendete, weil dasselbe als zur Vertheidigung überflüssig betrachtet ward, in den Jahren 1754 bis 1756 erbauet. Sie kostet weit über zwey Millionen Gulden. Diese Schleuse bey Slykens besteht (Tab. 73. Nro. 1.) aus zwey Kammern *A A* und *C C*, welche jede zwey Paar Fluth- und zwey Ebbethore haben, um sowohl das äussere wie auch das innere Wasser zurück zu halten; ferner *b*, aus einer Spühlschleuse *B B*, deren Drehthor in *D* steht, (Nro. 1. Tab. 73. und Nro. V. Tab. 74.); welches genau nach dem Drehthor der Asfelder-Schleuse zu Calais construirt ist. Ausser diesen Oeffnungen sind in den Seiten- und Mittelwänden der Schleuse, Umläufe oder Aquäducte, deren Breite 5 Schuh 11 Zoll, und deren

*) Auf Tab. 62. ist die Lage der Schleuse, und auf Tab. 73. und 74. sind die Horizontal- so wie die Verticalschnitte derselben zu finden; welche demjenigen die Construction des Baues, für den sie ein vorzügliches Interesse hat, noch deutlicher erklären, als es durch eine Beschreibung geschehen kann.

Höhe 6 Schuh 2 Zoll beträgt, angebracht. Sie werden mit Schütze, mittelst hölzerner Schrauben, wie die Grund- und Aufrisse zeigen, verschlossen. Durch dieselben soll das Binnenwasser ablaufen, welches zugleich einen Spühlstrom formiren sollte, der aber, bey der grofsen Länge des Hafens von 1400 Klafter, gänzlich ohne Wirkung ist. Eben so unwirksam ist in diesem langen Hafen und dessen Strafse das durch die kleine Spühlschleuse laufende Wasser. Der Ingenieur, welcher die Reparatur im Jahr 1800 besorgte, sagte mir auch, dafs man sich dieser Spühlschleuse, über welche eine massive Brücke geht, in vielen Jahren gar nicht mehr bedient habe, weil der schlechte Effekt durch die Erfahrung erwiesen sey.

Die Construction dieser Schleuse, welche die Grundrisse, Aufrisse und Durschschnitte *) anschaulich machen, ist folgende. Das Sturzbett *s* und 2 in Nro. 1, welches eine Länge von 85′ — 0″ 11‴ hat; und das auf der 73. Kupfertafel des Raumes wegen nicht ganz angedeutet werden konnte, besteht aus zwey Theilen. Der eine Theil *s*, dessen Länge 49′ 8″ 4‴ beträgt, besteht aus einem mit Verzäunungen versehenen Faschinenbau **), welcher zwischen den 2½ Schuh hohen Zäunen mit Steinen bedeckt ist. Der zweyte Theil (2) besteht gleichfalls aus solchem Faschinenbau, der aber noch mit einem Pfahl- und Schwellrost (mit einem Rostwerk) zwischen dessen Felder Steine liegen, belegt ist. Beyde Theile sind mit einer der Queere nach gehenden Plankenwand getrennt, die man nahe am rechtseitigen Rande von Fig. 1. sieht, und der erstere Theil endigt mit einer solchem Wand. Der *Vorboden* 3, welcher von vier der Queer nach, wobey die vorherige gezählt ist, und von zwey der Länge nach laufenden Dammplankenwänden, gegen das Vordringen des Wassers, gesichert wurde, ist folgendermafsen construirt. Nach Einrammung der Dammplanken ebnete man anfänglich den Grund, rammte dann die grofsen und kleinen Pfähle 5, so wie die vier Dammplankenwände, zwischen zwo Gurtungen, ein, und schnitt beydes (die grofsen Pfähle und Dammplanken) sechs Schuh über den Boden, die kleinen runden Pfähle, dem geebneten Boden gleich, genau wagrecht ab. Alsdann wurde auf den Pfählen ein Schwellrost (3) gelegt und der Zwischenraum mit Mauerwerk, bis zur Oberfläche des Rostes, von Ziegel- und Trafsmörtel ausgefüllt, nachdem man den Zwischenraum, bis zu den Köpfen der runden Pfähle, mit Mauerschutt ausgestampft und mit einer Lage Trafsmörtel begossen hatte. Auf dieses Mauerwerk und dem Schwellroste wurde ein dreyzölliger Plankenboden 4, und darauf ein zweyter vierzölliger gelegt, welche beyde Böden in Fig. III. angegeben sind. Man hat sie sorgfältig calfatert. In diesem letzteren wurden noch dicht neben einander plattköpfige eiserne Nägel eingeschlagen, um denselben für das Einbohren des Pfahlwurmes zu sichern;

*) Ich werde diese nach den beygesetzten Nummern angeben.

**) Dieser Faschinenbau besteht aus zwey Lagen Faschinen, wovon die eine Lage nach der Queere, und die zweyte, nach der Länge der Schleuse liegt.

welche vorsicht auch bey den Drempeln und Schleusenthoren, so weit sie vom wasser bespühlt worden sind, angewendet ist. Nach eben dieser Methode ist der Flur und so sind alle die vorböden ausgemauert, welche in dem Plan Nro. 1. mit einem Schwellrost angedeutet sind.

Die Gründung des Schleusenbodens der Seiten - und Mittelwände, so wie der Flügelmauern, besteht aus Grundpfählen, welche auf einen Schuh Abstand geschlagen sind. In dem Mauerwerk selbst aber liegen die ersten Queerschwellen (Nro. III.) welche mit einem vier Zoll dicken Plankenboden bedeckt sind. Darauf liegen wieder andere Queerschwellen, die mit den vorigen correspondiren. In diese sind aber dünne, von Queerhölzern bedeckte, Streck - oder Längenschwellen eingelascht. Die Zwischenräume, welche diese verschiedenen Lagerhölzer lassen, sind mit Mauerwerk von Ziegelsteinen und Trafsmörtel ausgemauert. Alsdann bedeckt endlich ein doppelter gut calfaterter Plankenboden *k* das Ganze, dessen oberste Bohlen mit plattköpfigen eisernen Nägeln, gegen den Bohrwurm, bespickert sind, nachdem vorher die Fugen calfatert waren. Unter den Schleusendrempeln liegt noch eine vierte Reihe Queerhölzer, welche man in Nro. I. und III. findet. Der Boden der grofsen Schleusenkammer besteht aus doppelten Faschinenlagen *A* und *G* (Nro. I.), worüber dann, der Länge nach, Verzäunungen gezogen sind, welche man mit Ziegelgraus und Ziegelsteinen gefüllt hat. An den Seiten ist hierüber noch ein Rostwerk gezogen. Das Profil Nro. IX. Tab. 74. zeigt die Flügel, die Separationsmauer und den Vorboden der kleinen Schleusen, so wie den Boden der grofsen Schleusenkammer. Die grofse Separationsmauer *E E*, worin sich ein Aquäduct befindet, ist zwar auf einen Pfahlrost aber auf keinen Plankenboden aufgemauert.

Was ich noch von der Construction dieser Schleuse weiter sagen könnte, das wird sich der aufmerksame Leser aus den verschiedenen, in Tab. 73 u. 74. gelieferten Grund- und Aufrissen und Profilen erklären. Ich will also nur bemerken: dafs auch mit dieser Schleuse eine der wesentlichen Rücksichten verfehlt wurde, indem die Spühlschleuse viel zu klein ist, als dafs damit der Hafen gespühlt werden kann; dafs die Fundamente unter den Steinmauern nicht gut gegründet seyn müssen, denn es sind einige Mauerstellen ziemlich ausgebogen, wiewohl man eine Menge Strebepfeiler, deren Anzahl auf dem Grundrisse und deren Stärke in Nro. VI. angedeutet ist, angelegt hat. Endlich hat die grofse Schleusenkammer viele Kosten verursacht, die man wohl hätte kleiner machen mögen: denn es wird sich selten treffen, dafs man acht Schiffe zugleich in oder aus den Canal von *Brügge* zu schleusen hat. Wichtig ist diese Schleuse als Schutzschleuse gegen das hohe Meer: daher glaubten denn die *Engländer*, am 1. Prairial Jahr 6, befugt zu seyn, dieselbe zu zerstören. Sie landeten mit einem Corps westlich *Ostende*; marschirten auf *Slykens*; legten in die Schützöffnungen der Aquäducte und in den Aquäducten der beyden Mittelpfeiler *A B* und *C D* Nro. XI. und X. Tab. 74.) Pulver, zündeten dasselbe an und sprengten diese Pfeiler

oder Mittelwände, so wie dies in den Figuren X. bis XIV. angedeutet ist. Ein Glück für *Braband* war es aber, dafs sie zu wenig Pulver in die Ein- und Ausgänge der Aquäducte gelegt hatten. Diese Mittelwände wurden also nicht gänzlich gesprengt, wie die angezogenen Figuren es zeigen, und man war, nachdem die Landung der Engländer bekanntlich ein böses Ende genommen hatte, im stande, zwischen den Fugen der Schleusenwände, zwey Balkenreihen niederzulassen und den Zwischenraum mit Erde zu füllen. Im Jahr 1800 schritt die Französische Regierung zur Reparatur: die Ingenieure liefsen die vordere Balkenwände in die Fugen *kl* Fig. X. Tab. 74. setzen, wie es das Profil 15. zeigt, worin auch die Unterstützungsart deutlich dargestellt ist. Dann wurden die Mauern abgetragen, bis man keine Spalte mehr entdeckte, und führte dieselben von neuem auf.

§. 207. Sehr merkwürdig ist die mittlere oder grofse *Auswässerungs-Schleuse von Rhynland* Fig. 1. 2. u. 3. Tab. 76., welche bey *Halfwege* zwischen Amsterdam und Haarlem, in dem Deiche der die Südersee vom Haarlemmer-Meer trennt (Tab. 41.), liegt. Ihr Boden ist 8 Fufs unter der ordinairen Fluth gelegt. Sie hat zwey Stemmthore, welche gegen das Y zugehen und die sich öffnen, sobald das Haarlemmer-Meer höher als das Y steht, um die Auswässerung von Rheinland zu bewirken, und das hohe Seewasser von Rheinland abzuhalten. Sie ist auf 2086 Pfählen gegründet, wovon jeder 42 Fufs lang und 10 Zoll dick ist, die nur auf 6 bis 12 Zoll Abstand geschlagen sind. Ueber diesen Pfahlgrund liegen, auf 3 Zoll Abstand, 1½ Schuh breite und 10 Zoll hohe Rostschwellen *g*, darüber aber ein Plankenboden, dann Queerschwellen, auf zwey Schuh Abstand. Auf diesen liegt abermahls ein Plankenboden, dann Deckschwellen, worüber endlich der Deckboden, wie dies die erste Figur deutlich zeigt, gelegt worden ist, den man sorgfältig, so wie den ersten Boden, calfatert hat. Die Queerschwellen gehen 3 Schuh in die Seitenmauern hinein, und die Zwischenräume derselben sind mit Ziegeln ausgemauert. Auch bestehen die Seitenmauern gröfstentheils aus Ziegeln, wie diese aber gelegt sind, das zeigt die Figur 1. 2. und 6. Die letztere stellt nämlich das Fluththor dar, und ist mit einem Aufziehschütz versehen, welches in dem an das Haarlemmer-Meer stehende Thor nicht angebracht ist. Die Drempeln bestehen aus Holz. Die zwey Reihen Spundplanken, welche durch die Schleuse gehen, sind 5 Zoll dick, 2 Schuh breit und 25 Schuh lang; sie haben eine schwalbenschwanzartige Falze. Die Schleusenmauern sind 15 Schuh dick, und die Strebepfeiler haben eine Dicke von 3, und eine Breite von 10 Schuh. Der Vorsprung des Drempels beträgt ⅕ seiner Länge.

Ausser dieser Schleuse liegen bey Halfwege noch zwey andere, welche man die westliche- und östliche-Schleuse nennt. Diese drey Auswässerungsschleusen von Rhynland sind im Jahr 1594 erneuert worden. Ihre Thore müssen alle 12 Jahr renovirt werden, wiewohl dieses bey andern Schleusen nur in 15 bis 20 Jahren nothwendig ist, weil die Wellen dagegen heftig anschlagen. Man hat sie daher ehemals mit Balken

zugestemmt, welches auch in dem Falle nothwendig war, wenn das Haarlemmer-Meer zu einer solchen Tiefe herab fiel, daſs die inneren Fahrwasser von Rhynland noch eben ihre Fahrtiefe hatten; folglich darf in solchem Fall, der innern Schifffahrt wegen, aus dem Haarlemmer-Meer kein Wasser in das Y ausgelassen werden. Anstatt die Thore wegen dem Angriffe der Wellen mit Balken zuzustemmen, lieſs der General-Inspector Brunings auf eine Entfernung von 55 Fuſs, dergestalt im rechten Winkel, eine Pfahlreihe davor schlagen, daſs noch eine hinreichende Oeffnung für den freyen Abfluſs des Wassers übrig blieb. *)

§. 208. Von den *Spühlschleusen zu Fecamp* Tab. 74. hat jede zwey Oeffnungen von 15 Fuſs Weite. Diejenige, welche eigentlich die Hafenstrasse spühlt, ist in Nr. 2. dargestellt. Uebrigens sind sie sich beyde ähnlich; nur daſs der andern ihr Sturzbett 45 Fuſs breit ist, und dieses eine Breite von 80 Schuh hat, welches jedoch nur auf 39 Schuh breit mit Planken belegt ist. In jeder Oeffnung schlagen an einen gemeinschaftlichen Pfosten zwey Thore an. Die Seitenmauern sind 8½ Schuh dick; über diese zwey, vom Ingenieur Kastin erbaueten Schleusen, geht eine Brücke. Zur gröſsern Sicherheit des Sturzbettes und Schleusenbodens hat er zwischen den Pfählen eine Steinfüllung von 4 bis 6 Schuh hoch angelegt. Uebrigens ist die Construction einer solchen Spühlschleuse in den angeführten Figuren deutlich dargestellt und das Manövre des Auf- und Zugehens der Drehthore bereits vorne erklärt worden.

§. 209. Eine der merkwürdigsten Spühlschleusen ist die sogenannte *Donkerschleuse zu Gouda* in Holland (Tab. 79. Fig. 1. 2. 3 und 4.), welche im Jahr 1770 durch die Gebrüder van Blanken erbauet ist. Sie hat zwischen den Thoren eine Weite von 15 Schuh, und ihre Mauern sind unten 6 Schuh dick, ohne die Strebepfeiler zu rechnen. Ihr, aus einem Pfahlrost und zwey Balkenböden, welche zwischen sich eine Plankendecke haben, bestehendes Fundament und Schleusenflur sind vortrefflich construirt, wie dies die erste Figur zeigt. Sie besteht gröſstentheils aus Ziegelmauern, und ist oben mit Werkstücken gedeckt. Das Fluththor ist in Fig. 3. dargestellt. Aus dem Grundrisse Fig. 2. ersehen wir, daſs zwey Paar Thore *A* und *B* sich gegen einander stemmen, und daſs zwey Flügel *D* und *C* oder *a c* und *b e* von diesen Thoren, sich hinter einander legen. Das Spühl-Manövre dieser Schleuse ist folgendes. Wenn der vor Gouda vorüber gehende Ysselfluſs, bey dem offen stehenden Fluththor *l*, *m*, Fig. 1. die niedrigste Ebbe erreicht hat, so werden die zwey Paar Schleusenthore *A* und *B* gegen einander gestemmt oder geschlossen; die gegenüber stehenden Räume, welche zwischen den Thoren und der Schleusenmauer entstehen, werden mittelst de-

*) Da es mehrere Personen gab, welche diese Pfahlreihe als ein Hinderniſs der bequemen Auswässerung von Rhynland betrachteten, so erschien zur Widerlegung folgende kleine interessante Schrift.

Memorie wegens onschadelykheid der Paalwerken, voor de Sluisen op Halfwegen, met betreking tot de ontlasting van het Boezemwater, door C. Brunings Inspecteur General der Rivieren van Holland en Westvriesland en van Rhynland etc.

nen in den Thorflügeln B, C befindlichen Schützöffnungen *f g* voll Wasser gelassen, nachdem vorher, beym niedrigen Wasser, die zwey Aquäducte oder die zwey Umläufe *h* verschlossen waren, um die Canäle der Stadt niedrig zu halten, indem dieselben von dem höhern Strom gespühlt werden sollen; welche Canäle mittelst einer anderen, mit der Yssel in Verbindung stehenden Schleuse sich ausleeren. Nachdem nun die, durch das geöffnete Fluththor *l m* hindurch tretende Fluth, die Höhe von 5 Fuſs und 4 Zoll erreicht hat, folglich auch die zwischen den Thoren triangelförmigen zwey Räume eben so hoch voll Wasser gelaufen sind, so werden die Schütze in den Umläufen *h* geöffnet; das Wasser läuft also aus den zwey Räumen hinaus, und die Fluth drückt daher gegen die Thorflügel C und B, welche die andern zwey A D, an ihrer äussern Seite herschieben. Auf diese Weise legen sich zwey Thorflügel hinter einander, wie es in C D gezeichnet ist, und die Fluth strömt durch die Schleuse in die innern Canäle der Stadt, um dieselben tief, das ist, vom Schlamm rein zu erhalten.

§. 210. Auf eine ähnliche Art ist das Spühl-Manövre der Schleuse bey Schiedam Fig. 5 u. 6., welche eine Breite von 30 Schuh hat, an deren Schleusenthoren messingene Frictions-Rollen befestigt sind, welche anf messingen Ringen *k i* laufen. Die Construction dieser Schleusen und wie die Zwischenräume zwischen den vier Flügeln und den Seitenmauern mittelst den Umläufen geleert werden, dies zeigen die citirten Figuren. Hier tritt also der Umstand ein, daſs der Spühlbusen hinter dem Fluththor liegt, wo er bey der Schleuse von Gouda davor steht, und folglich bey Schiedam die Hafenstrasse mittelst der Schleuse gespühlt wird, und bey Gouda die Canäle der Stadt, welche oberhalb der Schleuse liegen. Wie aber beyde Schleusen construirt sind, dies zeigen die angezogenen Kupfer, ohne weitläuftige Erklärung; woran auch ersichtlich ist, daſs bey Spühlschleusen die Sturzbetten eine bedeutende Länge haben, die, zum besten, das Dreyfache der Schleusenöffnung seyn mag. Die dritte Spühlschleuse der Art liegt *auf dem Canal ohnweit Emden* Tab. 89. Fig. 70. 71 und 72. Sie ist von Holz erbauet, hat einen doppelten Balkenboden, und darüber geht eine Drehbrücke. Ihre Construction ist aus den angezeigten Figuren, ohne eine weitläuftige Beschreibung, zu entnehmen.

Die oberhalb dem Hafen von *Dieppe* bey 16 (siehe auf Tab. 92. den Plan dieses Hafens) von *Cessart* angelegte Spühlschleuse (Fig. 7. bis 19. Tab. 79.) deren Zweck Seite 26 u. s. w. beschrieben ist, gehört mit zu den gröſsten Schleusen dieser Art. Sie war bestimmt, um in den Spühlbusen 380,000 Kubik-Klafter Wasser aufzustauen, und mit dieser Masse die Kiesel aus der anzulegenden Hafenstraſse ins Meer zu treiben. Ihr Erbauer hat dieselbe in seiner description des travaux hydrauliques Tom. II. umständlich beschrieben. Da diese Beschreibung später als der 4. Band von der ersten Auflage dieses meines Werkes erschienen ist, so konnte ich die genauen Plane der Schleuse, die nunmehr der wiſsbegierige Leser in dem Cessartschen Buche findet, nicht benutzen; indessen geben die oben angeführten Kupfer doch eine deutliche

Vorstellung dieser Schleuse. Sie hat drey Oeffnungen, jede von 14 Schuh Weite, und zwey Mittelpfeiler, jeden von 9′ Dicke, und zwey 13′ starke Seitenwände, wovon wir in Fig. VII. nur die Oberfläche sehen; welches alles über einen 51 Fuſs langen, 86′ breiten und 5′ dicken massiven Schleusenboden (radier) aufgeführt ist. Dieser wurde 23′ unter der Springfluth, über eine 15 Schuh dick aus Kiesel und Austerschaalen bestehenden Schichte, fundirt, und die man wie Seite 491 beschrieben ist, ebnete. Da dieselbe das Wasser durchlieſs, so wurde beschlossen: die Schleuse in einem aus Balken gemachten Kasten, dessen Seitenwand in Fig. IX. Tab. 79. dargestellt ist, zu erbauen und die gewöhnlichen Abdammungen und Ausschöpfungen des Wassers zu zu unterlassen. Nachdem der Grund geebnet und mit einer Thondecke versehen war, wurde unter dem Kasten, dessen Grundfläche 5084 Quadrat-Schuh groſs war, eine in Fischnetze gelegte einen Schuh dicke Lage von Moos gebracht, dessen specifische Schwere (wenn er comprimirt war) sich zum Meerwasser wie 17 : 36 verhielt. Wie diese nun unter der Dammkiste befestiget wurde, und wie man diese vom Stapel lieſs, flott hielt und versenkte: alles dieses hat Cessart in seinem Werke nicht nur genau beschrieben, sondern auch in vielen Kupfern dargestellt. In diesem Kasten wurde das Mauerwerk aus Werkstücken und Bruchsteinen vortrefflich aufgeführt, und jeder Iegenieur wird bey Lesung der Beschreibung die Intelligenz eines *Cessart* und *Lamblardie* bewundern müssen, womit sie alle Schwierigkeit dieses Baues überwunden haben. Ich rathe daher jedem, der in Kasten einen Brücken-Pfeiler oder andere Bauwerke aufführen will, diese Cessartsche Beschreibung in dem angeführten Werke, so wie die von dem Bau der Brücke zu *Saumur* darin enthaltene, zu lesen: denn ich würde bey einem Auszuge diesen Band noch mehr mit Kupfer anhäufen und dessen Preis vertheuern müssen. Cessart stellt auch einige Berechnungen, über die Bauart in Kästen und über die in Fangedämmen, auf, welche eine kostbare Leerung des Wassers nothwendig machen, und entscheidet für die erstere, nämlich da, wo die Fluth bedeutend steigt. Allerdings ist diese Bemerkung sehr wichtig; aber ich würde dennoch dergleichen Spühlschleusen, wodurch eine strömende Wassermasse zieht, auf einen Pfahlgrund legen, um die Unterspühlung zu verhindern, und zu dem Ende den Kasten selbst auf eine Pfahlgründung setzen. Dieses ist freilich wegen dem Absägen der Pfähle äuſserst schwierig, und wo die Fluth so hoch, wie beym Hafen von Dieppe, steigt, wird man nur bey den niedrigen Ebben arbeiten können und sich begnügen müssen, vor dem Schleusenboden hin zwey oder drey Reihen Pfähle, Pfahl an Pfahl, einzurammen, und diese abzusägen, um eine Unterwaschung zu verhindern. Aber diese hatten das Durchdringen des Wassers durch den Boden, welches sich einstellte, nicht abgewendet, da *Cessart* die Schleuse mit einer Damm-Pfahlwand bereits umgeben hatte. Auch drang das 18′ hoch gestauete Wasser unter dem Boden der Schleuse durch, und verursachte mehrere Oeffnungen, so daſs die Senkung des Bodens und der Pfeiler unvermeidlich ward. Indessen stürzte die in dem Kasten

erbauete Schleuse, jedoch erst acht Jahre, nachdem man damit manövrirt hatte, ein. *Cessart* findet die Ursache dieses Einsturzes in dem Umstande, daſs man den Spühlbusen zu hoch spannte, dann erst das Manöver vornahm, und daſs die etwa zwey Millionen Pfunde schweren Pfeiler zu sehr auf den Boden der Dammkisten drückten, so daſs sich die Schleusenflur in den Schleusenöffnungen, wiewohl darauf ein fünf Schuh dickes Werkstein-Gemäuer lag, heben muſste; ein Vorfall, den ich bereits bey den Schleusen zu *Havre* erwähnt, und der doch, *ohne einen Pfahlgrund*, nicht wohl vermieden werden kann! Ich würde, wenn man die Kosten des Pfahlgrundes zu einer solchen Schleuse nicht hergeben wollte, die Zwischenwände nach Art der Brückenjoche, wie ich sie bey den Bogen-Brücken angewendet habe, einrammen, und zwar aus zwo Pfahlreihen von Eichenholz, dann die massive Umgebung der Schleuse auf einen Pfahlrost setzen und die Schleusenflur aus einem Balken- und Schwellroste bestehen lassen; sie aber mit zwey Spundwänden einschlieſsen. *) In einigen Fällen wird man, bey Spühlschleusen, die Abschlieſsung einer groſsen Oeffnung von etwa 33 Fuſs weite, besser mit Zulege-Balken, wie ich beym Landshuter-Wehr gethan, als mit einem Drehthor, bewirken können! Bey dieser Schleuse zu Dieppe wurden in den drey Oeffnungen die Drehthore *a b*, *c d* und *e l* Fig. 7. Tab. 79., deren Geripppe in Fig. 8. und Grundriſs in Fig. 13. dargestellt ist, angebracht. Sie sind deswegen so stark, weil sie, nach Cessarts Berechnung, einen Druck von 386664 Pfund auszuhalten hatten. Sie wurden verschlossen, wenn der Pfosten *e* Fig. 7. nach der langen Seite der Schleuse genommen in der Queere gestellt ward. Dies geschah, wenn man die zwo im Grundrisse bey *a*, *b*, *e* und *d* angegebenen Ständer, welche mittels Bänder-Charniere zusammenhiengen, von einander entfernte. Sollten die Thore sich öffnen: so muſste die schmale Seite des Drehpfostens gegen den Endeständer der Schleuse gerichtet seyn, welcher daher vor demselben vorbeystrich.

§. 211. Bey Gelegenheit des zu dieser Schleuse gemachten Vorschlages entwarf ein französischer Ingenieur folgende bis dahin zum Oeffnen der Drehthore unbekannte, in Fig. 22 bis 27. Tab. 79. dargestellte Vorrichtung: der Pfosten *DCFG* Fig. 23., an welchem der Seitenständer *AC* des Drehthors *HI* anschlägt, kann nämlich mittelst einer, mit einigen Getrieben *E* versehenen Stange in Bewegung gesetzt werden, indem dieselbe oberhalb mittelst eines Schlüssels umgedreht wird. Ihre Getriebe greifen bey *ff* Fig. 27. in die Kerben 1. 2. 3. des beweglichen Ständers *DCFG* Fig. 23., welcher unten auf zwey Rollen *m* Fig. 26. sich bewegt. Derselbe wird also vorwärts gegen das Drehthor oder rückwärts vor dasselbe geschoben, je nachdem es verschlos-

*) Ich würde aber nicht rathen, statt der einzurammenden Pfähle die Scheidewände aus verticalen in den Boden der Schleuse befestigten vertical zu stellenden Hölzer, wie Cessart in seinem Werke S. 161 bey Gelegenheit, wo er die sich um eine horizontale Axe zu bewegenden Drehthore vorschlägt, anordnet: denn die Gewalt des strömenden Wassers gegen die Thore ist so groſs, daſs man ihren Axen alle mögliche Stabilität zu geben suchen muſs.

sen oder geöffnet werden soll, damit dieser ständer nicht an die Mauer stöſst, so hat hat er seitwärts zwey Rollen Fig. 1., und zweye mit einer Rolle *f* versehene eiserne Bügel *f g;* der Drehpfosten der Schleuse ist in Fig. 24 und 25. dargestellt.

§. 212. Unter den spühlschleusen von mittler Gröſse ist die zu *Treport* von *Cessart* 1778 erbauete schleuse eine der besten. Siehe Tab. 79. Fig. 20. 21 u. 22. *) Sie hat zwey Oeffnungen, jede zu 21 Fuſs. Der Mittelpfeiler ist 8 Fuſs dick, und da die schleuse zugleich eine Brücke ist, so hat derselbe eine Länge von 19½ schuh. Die Seitenmauern sind 10 Fuſs dick und 17 Fuſs hoch; dieselben sind eben so wie der Pfeiler im Trocknen erbauet. Jeder Drehflügel *d c* Fig. 21. oder *A* und *B* Fig. 20. hat 10 Fuſs zur Breite. Der Pfosten *a*, an welchem zwey Thore anschlagen, kann von einem, mit der Brücke in verbindung stehenden Balkenlager, mittelst eines Drehbaumes, der dadurch gesteckt wird, gedreht werden, so daſs, wenn die Thore offen schlagen sollen, er nach der schmalen seite zu stehen kommen muſs, wo sodann das, auf seinen Drehständer *b* Fig. 21. ruhende Thor die Richtung *e f* annimmt, und die in dem spühlbusen bis zum Fluththore angeschwellte 60,000 Cubik-Klafter betragende wassermasse, mit 12 schuh Höhe, durch die schleuse strömt. Soll dann beym Eintritt einer abermaligen Fluth das wasser vor der schleuse gestaut werden, so wird der Drehpfosten *a* in der Queere der schleusenöffnung gestellt, und das Drehthor *f e* nach *c d* gedreht, wo es sodann vollends von dem strömenden wasser an den Drehpfosten *a* angedrückt wird. Die Seitenmauern dieser Schleuse haben einen Pfahlgrund, der Flur aber nur einen Schwellrost. Als ich sie im Jahr 1800 sah, konnte des schlechten Zustandes der Hafendämme wegen, damit nicht gespühlt werden. Nach ihr ist die spühlschleuse bey *Cuxhaven* an der Elbemündung erbauet.

§. 213. *Was die construction der am seehafen Nieuwendiep, auf den canälen in Languedoc und Bourgogne gelegenen schleusen anbetrifft,* so ist dieselbe bereits in verschiedenen stellen dieses werkes erörtert, und Tab. 77. 78 u. 81. stellen das Nähere derselben deutlich dar. Es ist daher eine ermüdende wiederhohlung überflüssig. Auf dieser letztern Kupfertafel sind es die 6. 7. 14. 15. u. 16. Figur, welche eine Schleuse auf dem canal von *Charollois* in Bourgogne darstellen. Diese von dem verstorbenen General-Inspector Gauthey angelegten Schleusen, welche auf festen Lehmboden ohne Rost erbauet sind, deren massiver Boden etwa 3 Schuh dick ist, und deren Mauerwerk mit einer Lehmwand ganz umgeben ist, unterscheiden sich von allen übrigen dadurch, daſs ihre Fallmauer und oberhaupt eine Gewölbte-Kammer formirt, und die Füllung der schleusen-Kammer mittelst zwoer verticaler und runden schächte geschieht, **)

*) Diese Schleuse beschreibt *Cessart* in seinem Werk: description des travaux-hydraulique, Tome I. pag. 285. etc. sehr vollständig.

**) Zu solchen Schächten und allen Umläufen sollten eiserne Röhren gewählt werden, die weniger kosten und dauerhafter sind, als die aus Werkstücken zu machenden Umläufe und Schächte. Ich bemerke nur noch: daſs die neuesten auf dem Canal von St. Quentin erbauten Schleusen mit den auf dem Canal von Charollois oder du Centre eine ähnliche Construction haben.

welche mit einem stöpsel verschlossen werden, den man mit einem Hebel auflüftet. Unter den schleusenthoren gehen die Mauern des schleusenflurs und der seitenwände 3 Fufs tiefer in das Erdreich, und die Franzosen nennen sie *murs des bartardeaux.*

§. 214. Fig. 8. 9. 12 und 13. stellen die auf einigen englischen canälen erbaueten schleusen, gröfster Gattung dar; Fig. 13. *w* und Fig. 9. *g* ist das obere Thor. Gefüllt werden diese schleusen durch schiefliegende Umläufe *f;* geleert mittelst ziehung derer in dem untern Thor Fig. 12. befindlichen schütze *h*. Das Eigne des Mauerwerks dieser schleusen besteht darin, dafs in demselben eiserne aneinander geschmiedete stangen *e* Fig. 9. liegen, welche kostbar sind, und die die Festigkeit dennoch wenig vermehren.

§. 215. Die schleusen auf dem *grofsen vereinigungs-canal* (The grand Junction canal) in England sind in Fig. 10. 11. 17 und 18. dargestellt. Sie wurden auf sehr festen Boden erbauet, und haben deswegen ein dünnes ziegelgewölbe zu ihrer sohle. Die Füllung und Ausleerung geschieht mittelst rund gemauerten umläufen, die eine viereckigte oeffnung haben und mit Aufziehschützen verschlossen sind.

§. 216. *Die schleusen auf dem canal des Herzogs von Bridgewater* sind so construirt, wie die 1te und 2te Figur zeigen. Von andern schleusen unterscheiden sie sich dadurch, dafs ihre umläufe *c d b* und *h i f* ausserhalb den seitenmauern gelegt sind, welches eine nachahmungswerthe vorsicht ist, weil dabey die schleusenmauern verschont bleiben, wenn gleich die umläufe beschädigt sind. In *d* und *i* stehen die vorrichtungen zum Aufschrauben der Aufziehschütze, welche denen in Fig. 25. Tab. 89. ähnlich sind. Aus der untern Kammer wird aber das wasser durch die Thorschütze ausgelassen; die 8 schuh hohen Fallmauern bestehen aus Quadern. Ein gleiches gilt von den einzelnen schleusenkammern. Die mehresten von diesen schleusen haben nicht blos einen schwell- sondern auch einen Pfahlrost, und der schleusenboden ist mit doppelten calfaterten Planken belegt. Sie würden ohne zweifel eine längere Dauer versprechen, wenn sie mit einem sturzbette versehen wären.

§. 217. Auf dem canal zwischen *oxford und coventry* sind die schleusen Fig. 3. 4 und 5. gröfstentheils von ziegeln, auf einen schwellrost erbauet. Einige haben einen hölzernen Boden mit doppelten Plankenlagen; bey andern besteht der Boden aus in Trafsmörtel gesetzten ziegeln. Sie haben zwey umläufe Das schütz *f.* wird mittelst einer welle und Haspels aufgezogen. Der oberirrdische umlauf *a b*, womit sie sich von vielen andern schleusen unterscheiden (dessen in stufen abgetheilter Boden, wodurch die Geschwindigkeit des wassers vermindert wird, ist in Fig. 4. gezeichnet, wo *a* die Fallmauer macht), dient: um aus den obern canalhaltungen das schnee- und Regenwasser bey zeiten abzuführen, damit es die canalufer nicht übersteigt. Das obere Thor besteht aus einem Flügel, d. i. aus einem Anschlagthor; das untere, worin sich die schütze zum Ablassen des wassers befindet, ist ein stemmthor. Da, wo der Boden locker ist, gehen unter der Fallmauer und dem untern

Drempel spundwände durch, so wie an beyden Enden der schleuse; wiewohl in Fig. 3. nur ein bloſser schwellrost angedeutet ist, den auch die mehresten schleusen dieses canals allein haben.

§. 218. Zu den merkwürdigsten schleusen muſs die sogenannte *Bergerschleuse* Tab. 94. Fig. 1. 2. 3., welche gegen Ende des XVII. Jahrhunderts von *Vauban*, zur spühlung des Hafens von *Dünkirchen*, (siehe den Plan von Dünkirchen bey *b*, Tab. 63,) angelegt wurde, gezählt werden. Ihr Bau ist auch wichtig, weil sie auf einem weichen Boden errichtet werden muſste. Der Durchschnitt nach der Länge (Fig. 3.) zeigt die stellung ihrer Grundpfähle, so wie die Lage des Rostes und schleusenbodens. Der Grundpfähle *L L* wurden so viele Reihen als Queerschwellen *G h* (Fig. 1.) sind, geschlagen. Der spundwände aus doppelten Reihen spundpfählen bestehend (*u u M* Fig. 3.) waren es sechse, welche in den Queerrostschwellen zwey zoll tief, mittelst zapfen, eingelassen sind, und um denen ein drey schuh dickes Gemäuer, in alle Rostfelder, angelegt ward. Ueber die Queerschwellen wurden die Längenschwellen *v v* Fig. 1. dergestalt gelegt, daſs sie unter den seitenmauern doppelt so nahe, als unter der schleusenkammer zu liegen kamen, welches jedoch nicht bey den Queerschwellen beobachtet ist. Die Grundpfähle wurden unter der schleusenkammer gleichfalls um die Hälfte weniger eingerammt, als unter den seitenmauern. Diesen *Rost*, nachdem er ausgemauert war, bedeckte ein drey zoll unter die seitenmauern reichender Plankenboden *y* Fig. 1.; unter dem übrigen Theile dieser Mauern blieb der Plankenboden weg. Nachdem die Mauern vollendet waren, wurde in der schleusenkammer ein zweyter Rost *w*, wobey die Queerschwellen über die Längenschwellen zu liegen kamen, um auf demselben die Deckplanken zu befestigen, wie dies Fig. 1., welche vier verschiedene Horizontal-Durchschnitte darstellt, zeigt, angelegt. Darüber legte man den eigentlichen Deckboden *I*, den man calfaterte. Der schleusendrempel *a*, *b*, *h*, besteht aus einer Holzschwelle. Das gegen den Hafen oder die Fluth gerichtete stemmthor ist in Fig. 2. und 3. dargestellt, und die construction des schleusendrempels zeigen Fig. 1. und 2.

Nach der Länge bekam der schleusenboden eine Neigung, um denselben besser reinigen zu können Die kleinen schütze in den Thoren wurden, mittelst einer eisernen gekerbten stange und einer gezahnten winde *y* Fig. 2., aufgezogen. Rundum die seitenmauer wurde ein streifen (*z c* und *D* Fig. 2.) von Thonerde, sechs schuh dick, angestampft. Die gegen den canal zugekehrten Thore haben anfänglich die in Fig. 64. Tab. 89. dargestellten Drehthore erhalten, nachher (1705) hat ihnen der Ingenieur *Clement* die bessere Einrichtung (Fig. 78. Tab. 89.) gegeben, wobey der Prahmarm weggeblieben ist. Ueber diese schleuse geht eine Drehbrücke, 3, 2. Fig. 2., welche sich auf den eingemauerten zapfen *r* bewegt. Die 4te Figur Tab. 94. zeigt das Detail von der construction des Rostes und Bodens dieser schleuse.

§. 219. Zwischen dem Bassin und dem Hafen von *Dünkirchen* ward im Jahre 1684 bey *c*, Tab. 63. eine Schleuse, (Fig. 18. bis 24. incl. Tab. 95.) angelegt, welche beym Utrechter Frieden unbrauchbar gemacht, aber im Jahre 1794 unter dem Wohlfahrts-Ausschusse wieder hergestellt worden ist. Die 19te und 20te Figur zeigen vier horizontale Schnitte von dieser Schleuse. In der erstern ist der Pfahlgrund, *a*, *b*, u. s. w. dargestellt, in der zweyten die vierzehen Spundwände *A B* u. s. w. von Nuthplanken, die triangelförmige Kanten und Falze haben, mit ihren Gurtungen *C D*, welche zugleich die Queer-Rostschwellen ausmachen. Die erste Hälfte von Fig. 20. zeigt die Queer-Rostschwellen *M N*, nebst den Spundwänden, und die zweyte Hälfte überdies den ersten Plankenboden dar. Die Rostschwellen von 14 Zoll bis 20 und 30 Zoll stark, wurden auf die Grundpfähle und auf das 18 Zoll hohe von Ziegel und Trafsmörtel gemachte Mauerwerk gelegt. *Belidor* bemerkt: dafs man gleich die sechs in der Mitte zwischen den beyden Thoren gelegten Qeerschwellen 15 Zoll höher hätte legen müssen, um die Erhöhung für die Anschlagschwellen des Drempels heraus zu bringen, und dabey sechs andere Queerschwellen erspart hätte, die man nachher zur Aufhöhung anbringen mufste, wie dies zwischen *A* u. *C* Fig. 22. dargestellt ist. Der erste Schwellrost wurde sodann mit sechs Zoll starken Planken, selbst unter die Seitenmauern, wie dies die untere Hälfte von Fig. 20. zeigt, belegt, und kalfatert. Darüber legte man die in Fig. 24. gezeichneten vier Hauptschwellen, in denen nachher die Anschlagschwellen und Schlagbalken des Drempels eingezapft wurden, und die drey Fufs in die Seitenmauern hineinliefen. An diesen wurden die weiter fortlaufenden Queerschwellen angeschiftet, welche, so wie alle übrigen, (*A B* Fig. 18.) 14 Zoll im Gevierte stark waren, und unnöthiger Weise unter das Mauerwerk hinausliefen. Jetzt wurden 43 Längenschwellen *C D*, Fig. 18. von 12 Zoll ins Gevierte stark, gelegt; die Rostfelder mit Ziegelsteinen und Trafsmörtel ausgemauert, nachdem eine dritte Lage von Queerschwellen Fig. 21. gelegt war. Zu dem Drempel *G H K*, dessen Falzen kalfatert wurden, nahm man 36 Zoll ins Gevierte starke Hölzer. Die obern Rostschwellen wurden mit einem Plankenboden, über das ganze Werk gehend, bedeckt, nachdem das Mauerwerk in den Rostfeldern vollkommen horizontal aufgeführt war, und der Boden sorgfältig kalfatert wurde.

Diese Construction, bey welcher nur kurze und wenige Grundpfähle (Fig. 24.) hingegen viele Längen- und Queerschwellen gebraucht wurden, ist des Triebsandes wegen, wobey jedesmal ein tüchtiger Schwellrost dem langen Pfahlgrunde vorzuziehen ist, gewählt. Ich würde daher blos an dem Grundbau dieser Schleuse es tadeln, dafs die Grundpfähle vierkantig sind, nicht aufeinander treffen, die Queer- und Längenschwellen über die Grundfläche des Mauerwerks unnöthiger Weise hinausliegen, und dafs der ganze Baukörper nicht mit einer Spundwand umgeben ist. Die beste Parallele zwischen den Fortschritten des Schleusenbaues zu unsern und jenen Zeiten, giebt jedoch die Ansicht der citirten Kupfertafel, und der auf Tab. 78. dargestellten

schleuse, welche am seehafen Nieuwendiep liegt. Das eine Paar Thore der Dünkircher schleuse (Fig. 22. und 23.) war gegen das Bassin gerichtet, um in demselben das wasser, während der Ebbe des Meeres, zu erhalten; das andere aber gegen das Meer gekehrt, um die hohe Fluth vom Bassin abzuwenden; welche Einrichtung bey solchen an innere Bassins gelegten schleusen sehr nützlich ist. Wie die schleusendrempel *m*, s und die eiserne zugstreben *zy* der Thorbänder, gelegt sind, zeigt Fig. 23. Darauf sind auch die mit Fallschützen versehenen umläufe *v* und *xx*, durch welchen das wasser aus und in das Bassin gelassen wird, so wie die hölzernen Lager *d*, die das Hintertheil der Drehbrücke tragen, und die sich bey *p* auf Kugeln bewegen, sichtbar.

§. 220. Die zu *Gravelines* Tab. 63. bey *b* im Jahre 1738 vom Ingenieur de la *Fond*, im Glacis, angelegte schleuse, deren zweck die spühlung der Hafenstrafse war, ist in Fig. 1. 2. und 3. Tab. 95. dargestellt. Sie hat (Fig. 1.) zwey grofse Aufziehschütze *c* und *b*, welche sowohl, als die meerwärts stehenden stemmthore *f*, die 13 Fufs weiten schleusenöffnungen verschliefsen, und mittelst eines auf einer zugwelle (*z* F 2) angebrachten und über drey Rollen laufenden seiles aufgezogen werden. Die sechs kleinern schütze, wovon in *a*, *c*, *d* Fig. 1. dreye angedeutet sind, werden mittelst darüber stehenden hölzernen Schrauben, 1, 3, 5, Fig. 2. aufgeschraubt. Wenn die spühlung vorgenommen werden soll, so zieht man sowohl die zwey grofsen als die kleinen schütze, welche letztere zusammen 18 Fufs oeffnung haben, auf; dann öffnen sich die stemmthore *f* sobald das innere Wasser die ueberwucht über das äussere erhält; vermittelst eines an einer winde befindlichen zugstange werden die Thorflügel vollends in die dafür in die seitenwände der schleuse gelassenen Thorkammern eingezogen. Wiewohl die gesammten oeffnungen, wodurch der spühlstrom zieht, $2 \cdot 13 + 4 \cdot 6 = 50$ schuhe ausmachen und in den zwo grofsen oeffnungen die Höhe des stromes zehn, in den drey kleinen fünf schuhe beträgt: so ist dieser spühlstrom dennoch zu schwach, um die Hafenstrafse, selbst auf eine kleine Entfernung von der schleuse, rein zu halten, die daher gegenwärtig verschlammt ist. Was übrigens die Construction des schleusengrundes und der vorböden anbetrifft; so ist dies alles aus den angezogenen zeichnungen zu ersehen. Im Jahre 800 habe ich diese Schleuse in dem besten zustande, aber die das spühlbassin ausmachenden Festungsgräben ziemlich verschlammt gefunden. Es wird also Niemanden auffallen: dafs die wirkung des spühlstromes noch schlechter, als ehemals ist.

§. 221. Eine andere kleine schleuse in dem Festungsgraben bey *Gravelines* ist in Fig. 4, 5, 6 Tab. 95. dargestellt. Sie hat eine Breite von 14 schuhen und drey Aufziehschütze, wovon jedes mittelst eines eigenen wellbaumes und des dadurch gesteckten Hebels aufgezogen wird. Des guten Bodens wegen erhielt sie keinen Pfahlrost, und ihre von ziegel aufgeführten und mit werkstücken bekleideten Seiten-

mauern haben die Höhe von 13 Schuh. An der Grundfläche sind sie sechs, und oben vier Schuh dick.

§. 222. Auch die kleinern in Festungswerken angebrachten Schütze sind uns wichtig. Ein solches Aufziehschütz zeigen Fig. 7., 8. und 9. Tab. 95., dessen Oeffnung drey Schuh beträgt. Es dient zum Ein- und Auslassen des Wassers in den Festungsgräben von *Dünkirchen*. Noch eine 7 ½ Schuh weite Schleuse Fig. 10. und 11., die ich blos deswegen anzeige, um eine Idee von solchen unter Festungswerken durchgehenden Schleusen darzulegen, liegt bey *Gravelines*.

§. 223. Von den Canalschleusen will ich auch eine derer auf dem Canal in der *Picardie* angelegten und in Fig. 12. bis 17. Tab. 95. dargestellten Schleuse kurz erwähnen. Die Construction ihres Pfahl- und Schwellrostes ist äusserst fehlerhaft, weil die Queerschwellen nicht auf die Grundpfähle ruhen, sondern längs denselben hingehen. Wahrscheinlich ist es, daſs der gute Boden, welcher schon durch die Kürze der Grundpfähle, die nur sechs Fuſs beträgt, erwiesen ist, die Erhaltung dieser so construirten Schleuse möglich machte. Dagegen sind die auf der Fortsetzung dieses Canals ohnweit St. Quentin vor einigen Jahren vom Ingenieur *Gayant* angelegten Schleusen musterhaft.

§. 224. Ich kehre nunmehr zu einer der merkwürdigsten Schleuse von *Gravelines* zurück (Tab. 94. Fig. 14 bis 18.), und die nach dem Entwurfe von *Vauban* 1699 erbauet ist. Sie hat zwey Oeffnungen, wovon die eine 20, die andere 16 Schuhe beträgt, und dient zum Durchlassen der Schiffe, zur Spühlung des *Aaflusses*, zur Haltung des Wassers in dem obern Theil desselben und der Festungsgräben, und ist noch jetzt im Gebrauch, wie ich im Jahr 1800 dessen überzeugt worden bin. Sie steht auf 956 Grundpfählen, deren Länge 8 Fuſs und deren Stärke 9 bis 10 Zoll ins Gevierte war. Der Rost wurde 30 Zoll hoch gemauert, und dann zuerst mit den Längenschwellen, worüber die Queerschwellen liegen, bedeckt, welche erstere auf die Grundpfähle mit 12 Zoll langen und 3 Zoll dicken eisernen Nägeln befestiget wurden. Ein Verfahren, das nicht nachgeahmt zu werden verdient. Das mit Werkstücken verkleidete Mauerwerk besteht aus Ziegeln, welche mit aus ⅔ ungelöschten Kalches, und ⅓ Traſs bestehenden Mörtel, gemauert sind. Der hintere Theil wurde mit aus ungelöschten Kalch von Boulogne und Sand (zu gleichen Theilen) gemischten Mörtel gemauert. Die innern Rostfelder mauerte man mit Roll-Lagen aus, und übergoſs sie mit Traſsmörtel, worauf der 3 ½ Zoll starke eichene Plankenboden zu liegen kam, welcher 2 Fuſs in die Seitenmauern, aber nicht weiter, reichte. Derselbe ward aneinander gepreſst, mit 7 bis 8 Zoll starken eisernen Nägeln auf die Queerschwellen angetrieben und dann kalfatert. Auf denselben legte man einen zweyten Rost Fig. 15., zuerst die Längen- dann die Streckhölzer, durch die 16 bis 17 Zoll lange und ¾ Zoll dicke eiserne Nägel geschlagen wurden. Die letztern trafen auf die erstern Streckhölzer, und man heftete sie mit 18 Zoll langen, und ¾ Zoll dicken eisernen Nägeln

auf die Längenschwellen. Diese Felder wurden gleichfalls mit Roll-Lagen, worauf Trafsmörtel gegossen ward, ausgemauert, und mit einem drey zoll dicken eichenen Plankenboden belegt, den man mit Moos bedeckte, worauf ein dritter zwey zoll dicker Boden,. Holz auf Fuge gelegt ist, den man kalfaterte, und mit Pech begofs. Die Dimensionen des Holzwerkes waren 10 bis 27 zoll ins Gevierte. Die schwellen, welche den zapfen zum unterlager dienten, hatten die letztere, die obere streckhölzer die erstere stärke. Der Drempel bestand aus 16 bis 25 zoll starkem Holze, der bey dem zusammenfügen kalfatert, und jedes stück in das nächst daran stossende eingefalzt wurde. Ueber diese schleuse geht eine Drehbrücke Fig. 18. Wie das Drehthor construirt ist, zeigt Fig. 77. Tab. 89., so wie Fig. 18. Tab. 94., welche letztere und Fig. 17. auch die construction der stemmthore, deren die schleuse drey hat, zeigt. Das Drehthor der einen schleusenöffnung ist auch mit einem Prahmarm *x* Fig. 16. versehen. Die Fortsetzung der Flügel dieser schleuse besteht aus einer Holzwand, welche zugleich die äussern Flügel der schleuse machen. Die vorböden sind in Fig. 16. angezeigt.

§. 225. Nach der schleuse von *slykens* und *muyden* ist die von *vauban* auf dem canal von *mardyk bey Dünkirchen* am Ende des sechszehenten Jahrhunderts angelegte schleuse die gröfste. Tab. 94. Fig. 19. 20. 21. 22 u. 23. stellen dieselbe dar. Sie hatte zwey Oeffnungen, die eine von 44, die andere von 28 schuh. Die obersten gegen den canal gekehrten stemmthore *K* hatten zugleich Drehthore *m*, (Fig. 19.), zur spühlung des canals. Der Mittelpfeiler, welcher beyde Schleusenkammern trennte, war 30 schuh dick. Die schleuse wurde 15 Fufs unter die springfluth fundirt, und zwar auf 10 Fufs langen, 3 bis 6 Fufs von Mittel zu Mittel entfernten Grundpfählen: siehe Fig. 21. Der Raum zwischen denselben wurde bis auf das feste Erdreich 3 bis 5 Fufs tief unter den ersten Queer-Rostschwellen ausgemauert. Ueber diese kamen die Längenschwellen zu liegen, und nachdem alle Rostfelder bis unter den Plankenboden ausgemauert waren, legte man diesen. Zu gleicher zeit wurden die aus Faschinen- und Balkenrosten bestehenden vorböden, so wie die Flügel derselben, welche auch die seiten des Mardyker-canals ausmachten, angelegt. Da man gegenwärtig dergleichen vorböden, nach Art des Faschinenbaues an den Flüssen, weit zweckmäfsiger construirt, und dieselben zwischen darauf angebrachter verzäunungen mit steinen belegt, wie dies in Tab. 78. bey der schleuse am *Nieuwendiep* deutlich angezeigt ist, so will ich ihre construction nicht weiter erwähnen. Die Mardyker-schleuse ward am 6. Februar 1715 zuerst gebraucht, um den canal, welcher in die see führte, zu vertiefen. Was die verschiedenen Lagen ihres Bodens anbetrift, so sind dieselben aus Fig. 20. 21 und 22. deutlich zu entnehmen. Die Drehthore *m l* Fig. 19. waren 13′ hoch, und 24′ breit, so, dafs die Oeffnung 312 Quadratschuhe ausmachte. Der Drehständer war in der Mitte des Schleusenflügels angebracht; das Drehthor öffnete oder schlofs sich, je nachdem das darin angebrachte kleine schütz

geöffnet oder geschlossen wurde. Die construction aller Thorflügel ist aus Fig. 22. und 23. zu entnehmen. Sie hatten zwey metallene acht zoll hohe Rollen, welche auf metallenen Kreisscheiben *v* Fig. 19. liefen. Zum Manövre der grofsen Durchfahrt diente eine darüber befindliche Drehbrücke *a*, *b*, *c*. Zu gleichem Behuf war über die kleine Durchfahrt die Drehbrücke *d*, *e*, angelegt. Diese kostbare schleuse war kaum vollendet, so bog sich ihr Boden in die Höhe. Die Ingenieure, wie sie dieselbe zwey Jahre nach ihrer vollendung, dem utrechter-Friede gemäfs, abtragen mufsten, glaubten die ursache dieses unfalls darin zu finden: dafs die unter dem schleusenboden eingerammten Pfähle, in das Mauerwerk selbst eingelassen worden wären. Mir scheint aber dieselbe vielmehr in der geringen Länge, derer unter den Seitenwänden eingerammten Grundpfähle gesucht werden zu müssen, und dafs sich diese gesenkt haben, daher der unbeschwerte schleusenboden, sich aufwärts biegen mufste. Die Meynung der Ingenieure würde ein Aufsteigen der Grundpfähle, oder ein Aufquellen des Bodens voraus setzen, und in diesem letztern Fall hätte man es an den nöthigen spundwänden fehlen lassen, und das Mauerwerk des Fundaments schlecht gemacht. Quoll das wasser an den natürlichen Boden auf, so beweiset der Bau dieser schleuse dasjenige, was bereits mehrmalen angeführt ist, nämlich dafs man rund um die in mittelmäfsigen Boden zu erbauenden schleusen eine tüchtige spundwand einrammen, sich nicht blos mit denen in der Queere geschlagenen begnügen, und niemahls die seitenwände so schwach fundiren dürfe, dafs sie ihr Fundament eindrücken, folglich die schleusenflur aufpressen müssen.

§. 226. Die in Fig. 5. 6. 7. 8. tab. 94. gezeichnete schleuse ist die *Afsfelder-schleuse zu calais.* Sie hat drey Thore: ein stemmthor gegen das Meer; ein anderes gegen das Binnenwasser, und ein mit einem Prahmarm *x b c* Fig. 5. versehenes Drehthor *m n* Fig. 8. dient zur spühlung des canals. Uebrigens zeigen die angezogenen Figuren die construction dieser schleuse im Detail vollständig, und machen weitläufige Erklärungen überflüssig.

§. 227. Die das wasser in dem Bassin von *cherbourg* haltende schleuse (Fig. 9. 10. 11. Tab. 94.) ist im Jahre 1736 ohne eines schwellrostes, auf einem festen Boden, erbauet. Der Queere nach erhielt sie jedoch an ihren beyden Enden spundwände. Das Fundament bestand aus einem vier schuh hohen Bruch- und Feldstein-Gemäuer, worauf man die einen schuh dicke werkstücklage legte, welche in cementmörtel gesetzt, und 3 zoll damit übergossen wurde. Hierauf ward das Bruchstein-Gemäuer, dessen vordere wand mit werkstücken ausgesetzt ist, fortgesetzt. Der Boden der schleuse ist mit 20 zoll hohen, 6′ langen und 3′ breiten werkstücken belegt, deren Queerfugen bogenförmig liefen, wie sie in Fig. 9. angedeutet sind. Die den Drempel formirende schicht ist zwey schuhe dick, und bildet eine Erhöhung von 16 zoll. *Belidor* meynt, dafs ein dergleichen schleusenboden eine weit gröfsere Dauer erhalten würde, wenn man die werkstücke, dergestalt nach ihrer

Breite und Höhe formte und verbände, wie es die 12te und 13te Figur zeigt. Er führt übrigens mit Recht den bey dieser Schleuse vorgefallenen und darin bestehenden Fehler an, dafs dieselbe keine Fluththore hat, folglich auch die Sturmfluthen sie öffnen, und in das Bassin eintreten. Auch die drey Halsbänder *KMG* Fig. 9., der Thore, haben eine viel zu grofse Länge, welche 20 bis 27 Schuhe beträgt.

§. 228. Die im Jahr 1643 von *Dubié* erbaute Schleuse Tab. 94. Fig. 24. 25. und 26., welche auf d: n Vereinigungspunkte der Canäle von *Furnes* und *Ypern* an einer Anhöhe bey *Busingen* liegt, womit diese überstiegen wird, verdient ihrer Seiten-Bassins *L L* wegen einer Erwähnung. Ihr Fall ist dem Unterschiede beyder Canäle gleich, das ist 20 Shuhe: denn so viel liegt der letztere Canal höher, als der erstere. Die Bassins sind angebracht, um dasjenige Wasser, welches aus der Kammerschleuse abfliefst, wenn die Schiffe aus der obern Canalhaltung in die untere geschleufst werden, mit dem Wasser dieser letztern Haltung wagrecht zu stellen. Diese Wassermasse, welche bey den Schleusen gewöhnlicher Art, in dem Falle, aus der obern Haltung ersetzt werden mufs, wenn ein Schiff von der untern Haltung in die obere aufgeschleufst werden soll, wird bey dieser Schleuse gröfstentheils erspart, weil das Wasser in die Seiten-Bassins *L L* eintritt, von denen es wieder in die Kammer der Schleuse läuft. *Dubié* hat dieser Schleuse zwey Fallmauern *S* und *R* Fig. 25. gegeben. Der obern ihre Höhe ist 10, der untern ihre 4′, und die Canalsohle hat von dem obern Thor an eine Steigung von 6′ erhalten. Man sieht sogleich, dafs nur ein oberes Thor, entweder das bey *V*, oder das bey *H* nothwendig ist, und das untere *f* eine 20 Schuh hohe Wassermasse aufzuhalten hat. Wird nun ein Schiff aus der Obern- in die Untere-Haltung geschleufst, so wird zur Spahrung der Wasser-Consumtion von dem zur Durchschleusung nöthigen Wassers in die Seiten-Bassins so viel abgelassen, als darin Raum findet, (hier $\frac{2}{3}$ der Füllmasse); anstatt man es bey andern Schleusen in die untere Haltung läfst. Sobald ein anderes Schiff den umgekehrten Weg machen soll, werden die gleich grofsen Seiten-Bassins in die mit dem untern Thor zugeschlossene Kammer ausgelassen; das letzte Drittheil mufs alsdenn aus der obern Canal-Haltung genommen werden. Diese zwo Bassins, deren Schläuche in *L L* sind, werden mit den zwey Fallschützen *y y* Fig. 24. verschlossen. Wenn das Wasser aus der obern Haltung in die Schleusenkammer abfliefst, wird das Schütz *k* geöffnet, und das bey *y* geschlossen. Wird dann das Schiff in die untere Haltung geschleufst, so mufs das Schütz *k* geschlossen, und das bey *y* geöffnet werden, um das austretende Wasser in das Bassin *L* einzulassen. Werden aber mehrere Schiffe hintereinander aus der obern Haltung in die untere geschleufst: so wird das entbehrliche Wasser durch den Umlauf *O P Q* Fig. 26. abgeführt, denn die Thore entbehren der kleinen Schütze. Diese Schleuse ist des guten Bodens wegen auf folfolgende Art construirt: zuerst hat man zwey Schichten Bruchsteine *t t*, Fig. 25. gelegt, und darauf ein zwey Schuh hohes mit Cementmörtel gemachtes Ziegelgemäuer

n n aufgeführt; an den Enden der Schleuse aber doppelte Spundwände *z z*, und zwar Holz auf Fuge eingerammt Der Schwellrost *r r*, Fig. 26. ist auf das Ziegelgemäuer gelegt und von einem ähnlichen gefüllt, worüber ein doppelter kalfaterter Plankenboden R R gedeckt wurde. Die Construction der Fallmauer ist aus dem Längendurchschnitt Fig. 25. deutlich zu entnehmen.

§. 229. Die auf dem Mittäglichen-Canal ohnweit *Agde* liegende *Runde-Schleuse*, Tab. 77. Fig. 1., deren Durchmesser 90 Fuſs hält, und die drey Oeffnungen, jede von 19 Fuſs, hat, verdient bey dem Vereinigungspunkte dreyer Canäle oder auch dreyer Canal-Haltungen nachgeahmt zu werden; 1) weil die Kammer dergestalt eingerichtet ist: daſs die Schiffe in und aus dieselbe geschleuſst werden, wenn gleich der Wasserstand von den drey verschiedenen Haltungen 1, 2, 3, (Tab. 97. die Karte des Canals *) verschieden ist. 2) Die Anlage einer solchen Schleuse nicht so kostbar fällt, als wenn man drey kleinere Schleusen erbauet. 3) Die Schiffe sich bequem darin drehen können, und 4) die Vereinigung dreyer im abwechselnden Horizont stehenden Haltungen, ein Bassin oder eine höher liegende gemeinschaftliche Haltung und eben so viele Schleusen nothwendig machen würde, die aber von einer solchen Runden-Schleuse selbst gebildet wird. Der durch ein Mühlwehr *a d* gespannte *Herault-Fluſs* ist nämlich öfters einen Schuh höher, als die oberhalb der Runden-Schleuse liegende Canal-Haltung (Tab. 77. Fig. 1.) zuweilen auch mit derselben in gleichem Wasserpaſs. Im erstern Fall ist der nach Agde führende Canal *p* 51 Zoll niedriger, als die Canal-Haltung *b*. Damit nun, während ein Schiff von Agde in die Haltung *b*, die nach dem Teich von Thau führt, steigt, oder das Thor *m*, offen ist, das Wasser in die niedriger stehende Haltung *a d* nicht treten könne, so hat diese Schleuse bey *i* ein zweytes Stemmthor, das während solcher Durchschleusung verschlossen wird. Das andere Thor *k* bleibt aber so lange zu, als das Thor *o* des niedrigsten Canals offen steht, damit die nach Beziers führende Haltung *a d* nicht ihr Wasser verliehre. Der auf dem Canal von Agde *p* correspondirende Theil der Schleusenkammer *l* ist sechs Fuſs niedriger als die übrige Schleusensohle gelegt worden, um nicht sowohl bey der Durchschleusung an Zeit zu gewinnen, sondern auch Baukosten zu ersparen, indem sonst die Schleuse hätte tiefer fundirt werden müssen. Bey der angezogenen Figur ist noch zu bemerken, daſs in die nach Beziers gehende Haltung *a d*, oberhalb *d*, ein Wasser in den Canal eintritt, welches in dieser Zeichnung nicht angedeutet ist.

§. 230. Zuweilen ist es nothwendig selbst bey Canälen eine beträchtliche Wassermasse seitwärts der Schleusenkammer abzulassen, und dann wird eine groſse Nebenschleuse nützlich. Dieses trat bey dem *Holsteinschen-Canal*, worauf sechs Schleusen von 7 ½ bis 9′ 2″ Fall (Holst. Maaſs) nach gleicher Form erbauet sind, ein. Auf der 99. Kupfertafel, Fig. 1. ist eine solche Schleuse, wie sie der Etatsrath *Bruyn* in

*) Dieses die Karte des Mittäglichen-Canals darstellende Kupfer gehört zum dritten Bande.

seiner interessanten schrift *) mitgetheilt hat, dargestellt. Die Kammer *A A* ist 117 Fuſs 6″ lang, und 27½ schuh breit. Die wassertiefe über die Anschlagschwellen der Drempel beträgt 10½ Fuſs. Sie wird durch den mit einem schütze *H* zu verschliessenden Aquäduct *D D*, während 3 bis 4 Minuten, mit wasser gefüllt, und sobald das in derselben liegende schiff in die untere Canal-Haltung *V* fallen soll, läſst man das wasser aus der Kammer durch den umlauf *E E*, der mit einem schütz *T* verschlossen wird, so weit ab, daſs das in der Kammer stehende wasser mit der untern Haltung horizontal wird. Dieses schütz hat eine eiserne gezahnte stange, worin ein Druckhebel greift, dessen Ende keilförmig ist, und den der schleusenwärter auf und nieder stöſst, wie denn eine ähnliche vorrichtung zum Aufziehen des schützes an der bey *Mira* seitwärts des Canals der von *Padua* nach *Fuccine* führt, liegenden schleuse angebracht ist. Ueber die schleusenkammer geht eine gewöhnliche zugbrücke *f*, über die Nebenschleuse *B B*, eine gewölbte Brücke *s*. Diese zwote oeffnung, welche den Ablaſs formirt, wird mittelst eines Fallschützes *i i*, längs welchem auf beyden seiten Brücken gehen, verschlossen, und daſs man mittelst sechs Ketten und dreyen wellbäumen, worin Hebel gesteckt werden, aufzieht. Die sohle der Nebenschleuse liegt, zur Ersparung bey der Fundirung und des Mauerwerks, zehn schuh höher als die Kammerschleuse. An dieser letztern hat man, was Nachahmung verdient, zu beyden seiten, die Dammpfähle *L L*, und hinreichend lange Flügel *L E* gemacht, um in nöthigen Fällen die schleuse trocken zu legen, und Ausbesserungen vorzunehmen. Das gesammte massive werk, so wie der hölzerne Boden dieses schleusenkörpers ruht auf einem Pfahlgrund und liegendem Rost, dessen buchene Grundpfähle 40′ lang, und auf 1½ bis 2 schuh Abstand eingerammt sind. In die Grundpfähle sind die Queerschwellen eingelassen, die Rostfelder mit Thon ausgestampft, und dann die Längenschwellen gelegt, zwischen denen ein Plankenboden genagelt wurde, der kalfatert ist. Ueber diesen hat man eine zweyte Lage Queerschwellen gelegt, und nachdem die Felder dieses zweyten Rostes mit ziegel ausgemauert waren, hat man darüber den Deckboden, welcher gleichfalls kalfatert wurde, gemacht. Daher die schleusensohle aus zwey Queerrosten und zwey Deckböden besteht. Vier Reihen spundplanken hindern das Durchquellen des wassers. Die Mauern bestehen aus ziegeln, welche mit Traſsmörtel aussen vertical gemauert sind. Die zwischenmauer ist 12 Fuſs dick, die seitenmauern haben 8 Fuſs zur Grundfläche, und sind 24½ schuh hoch. Die strebepfeiler liegen von Mittel zu Mittel 15 Fuſs entfernt, und sind 5 Fuſs dick. Die Falzen sind aus Klinker, die Ecken und Deckplatten bestehen aus Bornholmer sandstein. Alle sechs schleusen des Canals, wovon die drey östlichen Nebenschleusen haben, sind unter Direction der dänischen Ingenieur-Generale *Paymann* und *Wegner*, die den Canal selbst anlegten, aufgeführt. Einige, vielleicht alle, aber unter der unmittelbaren Aufsicht eines Holländers *Grosse*, den *Brunings* empfohlen hatte, und der wieder in sein vaterland zurückgekehrt ist, erbauet wor-

*) Aufforderung zur Theilnahme an dem Canal-Handel.

den. Mir ist die ursache unbekannt, warum *Bruyn* in dem angeführten werke dieses erfahrnen Praktikers gar nicht erwähnt.

§. 231. Bey den canalschleusen darf ich auch wohl die von mir zu schiffbahrmachung des *marchflusses in mähren* im Jahre 1804 vorgeschlagenen zehen Kammerschleusen (Tab. 96.) erwähnen. Dieselben werden nämlich nothwendig, um längs den Mühlwehren die schifffahrt auf diesem Flusse ungestört fortzusetzen. Da die schiffbahrmachung der von ollmütz in die Donau bey Theben fliesenden March dergestalt geführt werden kann, dafs man sich bey allen zehen schleusen der vortrefflichen werkstücke, der Bruchsteine und des chorowitzer Kalches, welcher dem Trafs wenig an Güte nachgiebt, bedienen könnte, und der Boden einen Pfahl- und schwellrost nothwendig macht: so habe ich vorgeschlagen, die schleusen auf diesen zu gründen; die Mauern und den Boden aus Bruchsteinen und werkstücken anzulegen; die Rostfelder aber mit Roll-Lagen aus ziegelsteinen auszumauern, und gegen das Eindringen des wassers den gesammten schleusenkörper mit einer spundwand zu umfassen. Diese sollte sowohl am obern als untern Theil der schleuse aus einer doppelten Reihe spundplanken, von sechs zoll dick, bestehen. Unter der Fallmauer hatte ich noch eine dritte Queerspundwand angegeben. Die Erbauung einer solchen schleuse, deren Kammer 16 wiener schuhe weit, und 86 lang ist; deren Boden einen Fufs abhängig werden sollte und die keine umläufe hat, wird 36851 fl, ohne die wohnung für den schleusenmeister, kosten. Die Höhe der Fallmauern richtet sich nach dem bey den wehren statt findenden Fall, jedoch sollte dieselbe dergestalt gelegt werden, dafs der steinerne Drempel von dem obern Thor fünf Fufs unter dem niedrigsten wasser zu liegen kommt, damit vier schuh tief gehende schiffe die schleusen passiren können. In der schleuse sind vier Falze zu Abdammungswänden angegeben, und die an den canal stossenden Flügel sind abgerundet. Dessen wände sollten in der Nähe der schleuse mit verzäunungen, zwischen denen steine zu werfen sind, gedeckt werden. An beyden Enden der schleusen sollten achtzehn bis 36 Fufs lange und 3 schuh dicke vorböden gelegt werden, die aus Faschinenbau, der mit $1\frac{1}{2}$ Fufs hohen verzäunungen zu versehen wäre, zwischen denen steine gelagert werden müssen, bestehen sollten.

§. 232. Unter den gekuppelten schleusen ist einer der gröfsten und wichtigsten schleusenfälle der aus acht Kammern bestehende schleusenfall ohnweit *Beziers* auf dem Mittäglichen-canal (Fig. 1. 2. Tab. 76.) den man die schleusen von *Fonserane* nennt. Derselbe hat eine Länge von $152\frac{6}{10}$ Klaftern ($297\frac{1}{2}$ mètres) und einen Fall von 64 Fufs, 6 zoll, 6 Linien (20 mètres, 96 centimètres). Dessen oberes Thor hat eine Höhe von 8 Fufs, 7 zoll, (2 mètres, 88′ centimètres). Das untere Thor der untern Kammern ist 15 Fufs, (4 mètres, 88 centimètres) hoch, und die zwischenthore haben 13 Fufs, 10 zoll, (4 mètres, 50 centimètres) zur Höhe. Die Höhe des Falles der untern Kammer beträgt 10,466 Fufs, und der obern 7,388 Fufs; der Fall

der übrigen Kammern liegt zwischen beyden. Die Kammern dieses Schleusenfalles haben die nämliche Form als die Kammern der übrigen Schleusen dieses Canals, und ihre Construction und Bauart wird in dem Grund- und Aufrisse so deutlich dargestellt, daſs eine nähere Beschreibung überflüssig ist.

Drey Meilen von diesem Schleusenfall ist der Canal auf 80 Toisen durch einen Berg, wo er 19 Schuh breit ist, geführt. Fig. 1. *abcd* Tab. 80. stellt dies Gewölbe dar, welches das Gewölbe von Malpas heiſst, daſs 22 Fuſs hoch ist, und über sich eine aus Schalthieren und Kreide bestehende Decke von 40 Schuh hat. Auf 25 Toisen ist es nicht blos aus dem natürlichen Erdboden ausgehauen, sondern gemauert, und 50 Toisen gehen die Canalwände bis zur Oberfläche des Erdreiches hinauf. Ich erwähne dieser unterirrdischen Canalstrecke blos deswegen, um auf Tab. 80. nicht zu viele Figuren unerklärt zu lassen, da von einigen erst im dritten Bande die Erklärung folgt.

§. 233. Wenn ein Canal seitwärts aus einem Flusse abgeht, so muſs in dem Flusse selbst ein Stauwehr und im Canal eine Schleuse, zur Zurückhaltung der hohen Fluſsanschwellungen, angelegt werden. Die von dem Ingenieur *Niquet* angelegte Schleuse von *Moussoulens* Tab. 93. an der Mündung des Canals *Robine*, der von dem Audefluſs, ohnweit dem Mittäglichen-Canal, abgeht, giebt hievon ein musterhaftes Beyspiel. In dem Grundrisse Fig. 9. ist: *A* das den Audefluſs aufstauende Wehr, und worüber sich derselbe bey hohen Anschwellungen ergieſst. Da der unter der Schleuse liegende Canal (Robine) zu wenig Wasser erhalten würde, wenn geschleuſst wird: so hat man, seitwärts der Schleusenkammer, einen Schacht und Stollen oder Umlauf *D* angebracht. Gewöhnlich steht aber die Schleuse, deren Füllung und Ausleerung, mittelst den Umläufen *FFFF* geschieht, offen. Schwellt der Audefluſs an, so wird das obere Stemmthor, dessen Höhe 21 Fuſs, 10 Zoll, 3 Linien beträgt, zugeschlossen, zugleich wird auch der Seitenablaſs *CH*, der sich bey *o* in den Audefluſs ergieſst, geöffnet. Die höchsten Gewässer der Aude werden aber von der Schleuse, mithin auch vom Canal Robine dadurch abgehalten, daſs man bey *B* einen Plankendeckel *B* zwischen dem Stemmthor und der Brücke *G* einschiebt. In Fig. 7. ist *A* die Oeffnung des Aquäductes *DFG*. *B* Fig. 7. ist der Längendurchschnitt des Aquäducts. *CFg*, Fig. 7. zeigt das Längenprofil der Schleuse; und die daneben stehende Figur das obere Stemmthor mit dem oben angeführten Plankendeckel.

§. 234. Zu den anmerkenswerthen Schleusen in Frankreich muſs auch die von dem verstorbenen General-Inspector *Bertrand* in der *Saone* bey *Gray* im Jahr 1787 erbaute Schleuse Fig. 2. 3. 4. Tab. 99. gezählt werden. Diese Schleuse unterscheidet sich von andern Schleusen dadurch, a) daſs die Hochgewässer ihre Thore und Seitenwände, die nur 9 decimètres höher als das Wehr Fig. 2. sind, übersteigen, daher sie in Flüssen allein anwendbar ist, b) daſs der Schleusendrempel vor den Schützöffnungen Einschnitte 1. 2. 3. hat, wodurch ein Strom stürzt, welcher den Sand

oder schlamm forttreibt, der das oeffnen des schleusenthores hemmen könnte, c) dafs das obere Thor keine Bekleidung und blos die schütze hat, so, dafs wenn diese ausgezogen sind, die Thorflügel offne Felder haben, damit man sie, nachdem das untere Thor geöffnet ist, ungeachtet des stromes, mittelst zwo winden 4. offen ziehen könne. Diese schleuse ist auf einen festen steinboden gegründet, sie hat 16 Fufs oeffnung und zur Länge 96 schuh, zwischen den Drempeln. Die Länge der obern mit Dammfalzen versehenen Flügel, um das Mittelwasser von der schleuse mittelst eines 4 ½ schuh dicken Fangedammes abhalten zu können, während sie ausgebessert wird, beträgt 24 Fufs. Der Fall ist 6 Fufs und die seitenwände haben eine Dicke von 7 ½ schuh. Wie man aus dem Profil Fig. 4. ersieht, schliefst sich die schleuse an das Ufer an, daher geht das wehr von dem Flügel *a* nach *b*, Fig. 3. und längs der wand *d* fliefst der zwey Absätze formirende strom, (siehe 2. Fig. 4.) Beyde wände haben $\frac{1}{24}$ ihrer Höhe zur Böschung. Der schleusenboden bildet ein verkehrtes Gewölbe; der vorboden ist, bis zur Höhe des Flufsbettes, massiv ausgemauert und gepflastert. Der Drehbaum von den Thorflügeln steht geneigt, damit er die bequeme Höhe für den schleusenwärter erreicht. Wenn die Thorflügel offen stehen sollen, so werden sie mittelst eines eisernen Hackens *h*, F festgehalten. Der excentrisch geformte Thorzapfen ist in der oberfläche des Drempels eingelassen, und die Pfanne an dem Thorständer befestiget, welches bey andern schleusen umgekehrt ist. Diese Methode verhindert die Anfüllung der Pfanne mit sand und schlamm, und vermindert die Reibung, folglich ist sie bey Flufsschleusen sehr nachahmungswerth.

Als ich im Jahre 1800 in *Paris* war, hatte der Erfinder die Güte, mir die in den citirten Figuren gestochene zeichnung mitzutheilen. Einstimmig wurde diese construction von der versammlung der Ingenieurs des Brücken- und wegebaues gebilliget und zur Nachahmung den Ingenieurs empfohlen. Sie kann durch Drehthore und sicherung der in den Flufs hineinstehenden seitenwand, mittelst einer vorlage von Faschinenbau, noch gar sehr verbessert werden.

§. 235. Von den im *venetianischen* befindlichen schleusen will ich die auf dem *canal cavanella* im Jahr 1622 erbaueten schleuse (Tab. 94. Fig. 31.) anführen. Dieselbe verbindet den Po mit venedig. Es geht nämlich vom Po der canal cavanella, in dessen Mündung diese schleuse liegt, in den canal Loreo, der aus der Etsch sein wasser erhält. Jetzt verfolgt die Fahrt zwey italienische Meilen auf diesem letztern Flusse, und tritt bey dem orte *cavanella*, wo auch eine schleuse liegt, in den canal di valle, der 1567 angelegt wurde und sich mit dem Breton, dem *Ponto Longo* und der *Brenta-Novissima* vereinigt. Siehe Tab. *H* und *I*. Alle diese canäle habe ich 1803 mit schilf, Rohr und schlamm sehr angefüllt gefunden. Aus dem letztern schifft man über das gemeinschaftliche wasser der drey genannten Flüsse, und kömmt durch die zwey neben einander liegende Kammern habende schleuse,

wovon die eine Kammer 8½, und die andere 14′ 9″ breit ist, in den Canal della Madonna, der nach Chiogga führt.

Auf dem Canal di *Loreo*, da, wo er in die Etsch geht, liegt die in Fig. 27 bis 31. Tab. 94. dargestellte Schleuse. Auf dem Adigetto da, wo dieselbe in den Etschfluſs geht, liegt die Schleuse 29 * 30 * und 32 oberhalb *Badia*. Dieser Canal läuft durch das *Polesine* vor *Rovigo* vorbey, und erhält sein Wasser aus der Etsch mittelst dieser 1787 beendigten Schleuse. Schon im Jahr 1438 wurde hier eine Ableitung aus der Etsch gemacht, und 1598 ist dieselbe mit Aufziehschützen verbessert worden; im Jahr 1787 erst legte man die Schleuse mit einem Stemmthor und einem Aufziehschütz, an.

§. 236. Die in der Mündung der *Vecht bey Muyden* in Holland liegende Schleuse (Tab. 99. Fig. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.) gehört zu den gröſsten und merkwürdigsten Schleusen in Europa. Keine der mir bekannten Schleusen vereinigt mehrere und wichtigere Zwecke, und ist mit mehr Fleiſs und Genauigkeit in der Mauerarbeit aufgeführt. Keine andere Schleuse ist nach ihrer Gröſse, indem ihre Mauern 23 Schuh hoch sind, mit so viel Oekonomie erbauet, und bestätigt die von mir über die Stärke der Schleusenmauern gegebene Vorschriften besser, als eben diese vortreffliche Schleuse, die nur in ihrem hölzernen Boden einige Mängel hat, indem der Pfahlwurm demselben nachtheilig gewesen ist. Sie hat drey Hauptkammern, fünf Ausgänge und drey Eingänge. Mit vier Oeffnungen wird gespühlt. Die mittlere Kammer dient zum Durchgang der gröſsten Schiffe. Fünf Fluththore halten die Sturmfluthen von dem Lande und der Vecht ab. Der Raum zwischen diesen und den übrigen gegen die Südersee zu zumachenden Thore, wird bey hohen Sturmfluthen zur Unterstützung der Sturmthore, voll Wasser gelassen, wozu die in den Mauern gemachten Acquäducte dienen. Diese Schleuse dient zugleich zur Vertheidigung des Landes, indem sie die Fluth der Südersee in den Vecht-Canal einläſst, dessen Dämme die Inondation halten. Ist die Fluth eingelassen, so werden die vier Drehthore der zwey Seitendurchgänge und das gegen die Vecht gekehrte Stemmthor des mittlern Durchganges geschlossen. Die Durchfahrt der Schiffe kann sowohl bey der Ebbe als Fluth bewerkstelliget werden, welches Manövre die Aufmerksamkeit der Wasserbaukundigen auf sich zieht. Das mittlere Schleusenthor des mittlern Durchganges dient zur Durchschleusung der Schiffe von mittler Gröſse. Die diesen Durchgang bildende Kammer ist 88′ lang, und die groſse Kammer hat eine Länge von neunzig Schuh. Uebrigens wird, aus den citirten Kupfern, das Manövre mit den Drehthoren deutlich.

§. 237. Zum Beschluſs der Schleusenbaukunde will ich eine *Schachtschleuse* beschreiben, welche den Canalschleusen in *China* ähnlich seyn soll, und die in *Frankreich* von dem Ingenieur *Solage* auf dem Canal du *Creusot*, ohnweit Montcenis in Bourgogne und dem Canal du centre, angelegt ist: sie heiſst dort *écluse à la Solage*

oder écluse à sas mobile, *schleuse mit einer beweglichen Kammer.* S. Fig. 5. 6. 7. Tab. 103.

Zwischen der obern Canalhaltung *A* und der untern *B* ist der von Mauern eingeschlossene und mit Wasser gefüllte Schacht *J* angelegt. Vor der ersten Haltung ist das Thor *E*, und vor der letztern das Thor *F*, in *C* aber die Fallmaner angebracht. *D* ist der bewegliche auf einem aus eisernen Stangen bestehenden Traggerüst *L* liegender Kasten (bewegliche Schleusenkammer), der das Schiff trägt, und dieses Gerüst ist mit einer leeren Tonne *K* (dem Schwimmer), der zwey Rollen *P* hat, in Verbindung gebracht. Damit das Traggerüst *L* hinreichende Stabilität erhält, so hat man bey *M* Streben, und bey *U* eine von diesen Streben unterstützte Säule angebracht, längs welcher die bewegliche bey *H* und *G* mit Thüren verschlossene Kammer auf der einen Seite und auf der andern zwischen der Fallmauer, in den Falzen *R*, hinab gleitet; der Schwimmer gleitet mit den Roletten *P* in den zwey Falzen *S* des Schachtes hinab, so daſs für das verticale Steigen und Niedergehen der ganzen Vorrichtung gesorgt ist. Diese Rolletten *P* verhindern nämlich auch das Aufstossen der Tonne auf den Boden des Schachtes: denn die Falzen worin sie laufen, gehen nur so weit hinab, als zum Senken des Schiffes in die untere Canalhaltung nothwendig ist. *q* sind die zwey Strebepfeiler der Fallmauer, *C* und *T* ist die Erdböschung zwischen einem Damm und der oben treppenförmig gemachten Seitenmauer des Schachtes.

Ist nun der das Schiff aufnehmende Kasten *D* leer, so steigt die Tonne *K* in die Höhe, und zwar so hoch, daſs der Boden des Kastens mit der Sohle der obern Canalhaltung *A* in einem Horizont liegt. Jetzt wird das Thor *E* des Canals und die Thüre *G* des Kastens geöffnet, das Wasser tritt in den Kasten und mit ihm die Canal-Barke; man schlieſst die Thüre *G* des Kastens und die des Canals *E*, und so senkt sich, von der Last des Wassers und der Barke gedrückt, der Schwimmer, bis auf einige Entfernung von der Sohle des Schachtes, wo alsdann der Kasten *D* gegen das Thor *F* der untern Canalhaltung anstöſst. Man öffnet nun dieses Thor und die Thüre *H* des Kastens, wo also die Barke in den Canal hinein gezogen wird. Soll die Barke von der untern in die obere Canalhaltung steigen, so wird dieses beschriebene Manövre umgekehrt mit Oeffnung der Thore *H* und *F* angefangen, und zuletzt mit der von den Thüren *E* und *G* vollzogen. Man sieht aus diesem Manövre, daſs die Barke immer so schwer seyn muſs, um den Schwimmer hinab zu drücken, und daſs, wenn er sich senkt, dieses gewaltsam geschehen würde, sobald die Last sehr viel den hydrostatischen Druck des im Schachte befindlichen Wassers übertrift. Um das mögliche Aufstossen des Schwimmers auf die Sohle des Schachtes zu verhindern, würde ich diese einen Schuh mit einer in Sackleinen eingeschlossenen Masse von Moos bedecken. Damit aber der Schwimmer nicht weiter, als es nothwendig ist, hinauf steige, dazu dienen die an das Traggerüst *L* angebrachten Hebel *N*, welche nur gegen einen in der

Mauer eingeschlossenen Festhalter *o* anstossen. Zu dem steigen des schwimmers, wenn er die Barke trägt, wird also erfordert, daſs das unter demselben stehende wasser einen solchen hydrostatischen Druck auszuüben vermögend sey, um die Barke und den schwimmer mit seinem Traggerüste zu heben. Dieses zu erleichtern, würde ich in den seitenmauern zwey an das Traggerüst aus und ein zu hackende Gegengewichte oder zwey verzahnte stangen mit Getrieben anbringen.

Diese Art von schleusen ist zur Uebersteigung eines hohen Falles und zur Wasser-Ersparniſs gleich zweckmäſsig; stehet aber den Kammerschleusen weit nach, sobald man schleusenfälle von 10 schuh und darunter zu übersteigen hat.

Ende des zweyten Bandes.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wiebeking, Carl Friedrich <<von>>,

Theoretisch-practische Wasserbaukunst

Bd.: 2 : Mit sechs und vierzig Kupfern

München 1812

4 Bibl.Mont. 3697-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10723452-5